



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JUUSO KERÄNEN
ASUINKERROSTALON KOROTTAMISEN SUUNNITTELUN JA
TUOTANNON OHJAUS
Diplomityö

Tarkastaja: professori Matti Pentti
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekun-
taneuvoston kokouksessa 3.6.2015

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Talouden ja rakentamisen tiedekunta, Rakennustekniikan koulutusohjelma

KERÄNEN, JUUSO: Asuinkerrostalon korottamisen suunnittelun ja tuotannon ohjaus

Diplomityö, 82 sivua, 34 liitesivua

Lokakuu 2015

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: Professori Matti Pentti

Avainsanat: Lisärakentaminen, täydennysrakentaminen, kerrostalon korottaminen, tuotannon suunnittelu, suunnittelun ohjaus,

Diplomityön tavoitteena oli selvittää Tampereen keskusta-alueella sijaitsevan asuinkerrostalon korottamisen kokonaisedullisin toteutusmenetelmä. Edullisimman toteutusmenetelmän selvittämiseksi perehdyttiin esimerkkikohteen rakennusaikaisiin aineistoihin. Esimerkkikohteen lähtötietoina ovat toimineet alkuperäiset rakennepiirustukset ja – laskelmat. Lisäksi tässä työssä perehdyttiin esimerkkikohteen rakentamisaikaisiin rakentamismääräyksiin.

Esimerkkikohteeseen suunniteltavien uusien rakenteiden pohjatiedoksi selvitettiin vaaditut sekä arkkitehtoniset että rakenteelliset rajoitukset ja määräykset. Vanhojen rakenteiden lisäkuormituskapasiteetin selvittämiseksi kohteesta oli tehty kantavuustarkastelu kantavien pilarien, palkkien ja perustusten osalta.

Esiselvitysten pohjalta esitettiin nykymääräykset täyttäviä rakenneteknisiä vaihtoehtoja. Rakenneteknisissä vaihtoehtoisissa jouduttiin pohtimaan rakennetyyppejä, materiaaleja ja rakennejärjestelmiä. Esimerkkikohteen kaltaisessa korkean rakennuksen korottamisessa nykymääräyksien mukaisia rajoituksia ilmeni esimerkiksi palomääräyksissä. Palomääräysten johdosta puurakenteet jouduttiin rajoittamaan rakenneteknisten vaihtoehtojen ulkopuolelle kantavien rakenteiden osalta.

Rakenneteknisistä vaihtoehtoista muodostettiin rakentamismääräysten ja muiden viranomaisvaatimusten täyttäviä rakennetyyppejä yläpohja-, välipohja-, kantavista - ja ei-kantavista rakenteista.

Suunnitelluille rakennetyypeille määritettiin rakennusosakustannukset. Korotusrakenteiden vertailussa ja valinnassa huomioitiin yksittäisen rakennusosan kustannusten lisäksi menetelmästä muodostuneet yleis- ja yhteiskustannukset. Yleis- ja yhteiskustannuksiin vaikuttavat merkittävimmin rakenteiden esivalmistusaste sekä menetelmien nosto- ja sääsuojausvaatimukset. Menetelmien valinnan kokonaistaloudellisuuteen vaikuttivat merkittävästi menetelmän vaikutukset nostotöihin, sääsuojaukseen ja kiinteistössä samanaikaisesti asuvien asukkaiden huomioiminen häiriöiden minimoimiseksi. Valituksi tuotantomenetelmäksi tehtyjen suunnitelmien ja tarkastelujen perusteella muodostuivat teräsbetoniset rakenteet, sekä paikallavalettavien että elementtirakennosien yhdistelmä painottuen paikallavalurakenteisiin. Menetelmä- ja materiaalivalintoihin vaikuttivat oleellisesti korotushankeen erityispiirteet, kuten rakennuksen korkeus, sääsuojauksen toimivuus ja varmuus.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil engineering

KERÄNEN JUUSO: Production and design management of apartment house's additional layers

Master of Science thesis, 82 pages, 34 attachments

October 2015

Major: Construction management

Examiner: Professor Matti Pentti

Keywords: production management, design management, additional building, complementary building,

The aim of the thesis was to find out the most economic and possible production method for the example additional buildings. The example buildings were nine- and ten-floors apartment houses in the city centre of Tampere.

Theoretical framework of this study consists of literature study to additional building, complementary building, production management and design management. As well in theoretical bath of this thesis I will go trough some typical 60's structures that are necessary for additional floors. Further I introduce necessary laws and limits what should be known for this thesis.

Handle with the example I will go trough the facts concerning building on top of an old building. Important handled facts were as well old plans and designs as the durability of the example building.

In this thesis were formed by building regulations and other government-required contracts allowed structures. Formed structures were attic floor, intermediate and partition walls. Later in this thesis were counted costs for each formed structure.

On the side of structural design it should be remembered that the example is located in the city centre. Limited space for production defines production methods like lifting possibilities. Like limited production space also residents of lower floors should be remembered. Safety and minimum disruption of the residents must be secured. Weather protection for minimum disruption is one big question.

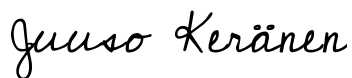
Workable weather protection with other production methods like lifting methods and structure designs forms together main idea of this thesis. Cost comparison of different structures is not unambiguous. Cost comparisons problem causes by difficulties to find out of the total cost of chosen structures. To combine lifting methods and weather protection with chosen structure makes it even difficult to find out the total cost of chosen structure. And further to price compare costs between different structures. Weather protection with workable lifting was one of the major issues for choosing production method.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitokselle. Työn on rahoittanut Tampereen teknillisen yliopiston tukisäätiö. Työn aihe on saatu rakennusliike Aki Hyrkkönen Oy:ltä. Työn ohjasivat DI Aki Hyrkkönen ja Professori Matti Pentti. Diplomityön on tarkastanut Tampereen teknillisen yliopiston Professori Matti Pentti.

Haluan kiittää Aki Hyrkkönen Oy:tä työni aiheesta, Tampereen teknillisen yliopiston tukisäätiötä työn rahoituksesta ja kaikkia asiantuntija-apua työssä antaneita. Haluan kiittää myös perhettäni saamastani tuesta ja pitkämielisyydestä Uuno Turhapuron sanoin ”...mikään ei ole niin epäpätevä kuin hätiköimällä valmistunut”.

Tampere, lokakuu 2015



Juuso Keränen

SISÄLLYS

Tiivistelmä	ii
Abstract	iii
Alkusanat	iv
Termit ja niiden määritelmät	viii
1 Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoite	2
1.3 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät	3
1.4 Tutkimuksen rakenne	3
2 Esimerkkikohte Asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16	5
2.1 Kortteli 70	5
2.2 Asunto-osakeyhtiön Hämeenpuisto 16	6
2.3 Kaavoitus- ja suunnitelmatilanne	6
2.4 Esimerkkikohteen vanhat rakenteet	7
2.5 Rakennustoimenpiteet [21]	9
3 Lisä- ja täydennysrakentaminen	10
3.1 Lisärakentaminen	10
3.2 Lisärakentamisen tilanne tällä hetkellä	10
3.3 Lisärakentamismahdollisuudet	11
3.4 Lisärakentamisen syyt	11
3.5 Lisärakentamisen haasteet ja esteet	12
4 Vanhat rakenteet, järjestelmät ja Kerrostalon korottaminen	14
4.1 Lisä- ja korotustuotannon erityispiirteet	14
4.2 Talotekniikan järjestelmät	15
4.2.1 Sähkö	15
4.2.2 Lämmitys	16
4.2.3 Ilmanvaihto ja hormit	16
4.2.4 Vesi-, viemäri- ja sadevesiverkosto	17
4.3 Rakennejärjestelmä	19
4.4 Yläpohja	20
4.5 Kattorakenteet	20
4.5.1 Katemateriaali	20
5 Esimerkkikohteen Rakenteelliset ja arkkitehtoniset vaatimukset	22
5.1 Arkkitehtoniset vaatimukset	22
5.2 Rakenteelliset vaatimukset	22
5.2.1 Ääneneristävyysvaatimukset	23
5.2.2 Palonsuojaus- ja poistumistiet	23
5.2.3 Poistumistiet	26
5.2.4 Lämmöneristysvaatimukset	26
5.2.5 Energiavaatimukset	26

5.3	Kuormat ja vanhojen rakenteiden kantavuus	27
5.3.1	Betoninormit 1950- ja 1960-luvulla	30
5.4	Yleinen asuntosuunnittelu	30
6	Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus ja tuotannon suunnittelu	32
6.1	Suunnittelunohjaus	32
6.2	Suunnittelunohjaus rakennesuunnittelussa	34
6.3	Tuotannonsuunnittelu	34
6.4	Rakenneratkaisujen haku ja valinta	35
6.5	Lisäkerrosten rungon rakenneratkaisut	36
7	Rungon rakennetekniset vaihtoehdot	38
7.1	Runkojärjestelmä	38
7.2	Rakennustekniikka	38
7.2.1	Esivalmistusaste	38
7.3	Korotusrungon rakenteiden ja rakennusmateriaalien vertailu	39
7.3.1	Puu	40
7.3.2	Teräs	43
7.3.3	Betoni	48
7.3.4	Karkaistu kevytbetoni [52]	52
7.3.5	Liittyminen vanhaan yläpohjaan	54
7.3.6	Muita mahdollisia menetelmiä	54
8	Työmaatoteutus	56
8.1	Käyttäjän toiminnan huomiointi	56
8.2	Materiaalien nosto, siirrot ja varastointi	57
8.2.1	Esimerkkikohteen asettamat vaatimukset nostoille	58
8.3	Telineet ja sääsuojat	58
9	Kustannusvertailu ja -laskenta	60
9.1	Kustannusten muodostumien	60
9.2	Kustannusten laskenta	60
9.3	Esimerkkikohteen asettamat erityispiirteet	61
9.4	Tuotantotekniikka	62
10	Menetelmävalinta	63
10.1	Pohjatyö	63
10.2	Yleis- ja yhteiskustannusten vaikutus	63
10.3	Talotekniset järjestelmien huomiointi	64
10.4	Yläpohjarakenteiden vertailu	64
10.4.1	Paikallavalu teräsbetoni	64
10.4.2	Ontelolaatta	65
10.4.3	Kuorilaatta	66
10.4.4	Karkaistu kevytbetoni	67
10.5	Yläpohjarakenteiden vertailun tulokset	67
10.6	Välipohjarakenteiden vertailu	68
10.6.1	Paikalla valettu teräsbetoni	68

10.6.2	Ontelolaatta	69
10.6.3	Kuorilaatta.....	70
10.6.4	Siporex	70
10.6.5	Liittolaatta ja teräspoimulevy.....	71
10.6.6	Välipohjarakenteiden yhteenveto.....	71
10.7	Liittyminen vanhaan yläpohjaan	72
10.8	Väliseinärakenteet	72
10.8.1	Kantava betoniseinärakenteet.....	73
10.8.2	Kantavat muurattavat seinärakenteet	73
10.8.3	Ei-kantavat betonirakenteiset väliseinärakenteet	74
10.8.4	Ei-kantava muurattava väliseinä	74
10.8.5	Kipsilevypintaisten rankarunkoisten ei-kantavien väliseinärakenteiden ..	74
10.9	Väliseinärakenteiden vertailun tulokset	75
10.10	valinnat.....	75
11	yhteenveto	77
	Lähteet.....	78
	liitteet.....	83

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Lisärakentaminen	Lisärakentamisella tarkoitetaan uuden rakennuksen rakentamista jo rakennetuille alueille, joko nykyisen jo rakennetun kiinteistön osaksi tai nykyisestä rakennetusta kiinteistöstä erotetulle tontille
Ullakko	Rakennuksen yläpohjan ja vesikaton välinen tila
Ullakkorakentaminen	Tapahtuu ullakolla olemassa olevan rakennuksen vaipan sisällä
Kattorakentaminen	Rakennuksen korkeutta tai kerroslukua selkeästi muutetaan
Täydennysrakentaminen	Matalien 1-2.krs rakennusten korottaminen
Suunnittelun ohjaus	Suunnittelijoiden työn ja suunnitelman sisällön ohjausta kustannuksiltaan hyväksyttävien ratkaisujen aikaansaamiseksi
Tuotannon suunnittelu	Sisältää hankkeen toteutuksen suunnittelun.
Tuotantoratkaisu	Kuvaa toteuttajien valitsevat työlajit ja menetelmät suunnitelmissa määrättyjen lopputuotteiden saavuttamiseksi
Rakennusosakustannus	Kustannuslaskenta missä määrät on eritelty ja hinnoiteltu rakennusosittain
Käyttö- ja yhteiskustannus	Koko työmaata palveleva tehtävä / kustannus, joka muodostuu työ-, tarvike- ja kalustopanoksista
Työmenekki	Aika, jonka työntekijä / työryhmä tai kone tarvitsee työsuoriteyksikön aikaansaamiseen (yksikkö esimerkiksi tth/m ²)

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Diplomityöni käsittelee kerrostalon lisä- ja täydennysrakentamista. Tutkimuksessa käsitellään lisä- ja täydennysrakentamista ullakkorakentamisen ja kerrostalon korottamisen osalta. Työn teoriaosuudessa käsitellään lisä- ja täydennysrakentamisen syitä ja haasteita. Tutkimuksessa pohditaan yleisesti lisärakentamisen erilaisia mahdollisuuksia. Tässä työssä paneudutaan esimerkin avulla lisärakennuskohteen erilaisiin suunnitteluvaihtoehtoihin, -mahdollisuuksiin ja -ratkaisuihin ja edelleen niiden vaikutuksiin rakennustuotannon kustannuksista.

Esimerkkikohteena toimii asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16. Esimerkkikohde sijaitsee Tampereen Amurin kaupunginosassa noin puolen kilometrin päässä Tampereen ydinkeskustasta länteen. Alue kuuluu Hämeenpuiston valtakunnallisesti merkittävään rakennettuun kulttuuriympäristöön [1]. Esimerkkikohde käsittää 7- ja 8-kerroksiset asuinkerrostalot. Taloihin on juuri tehty putkistosaneeraus. Vesikattoa ei ole remontoitu. Tätä työtä tehdessä esimerkkikohteen lisärakentamisen mahdollistamiseksi oli meneillään kyseisen alueen asemakaavan muutosprosessi. Esimerkkikohteen asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16 hakee omistajien aloitteesta asemakaavamuutosta yhdessä saman korttelin 70 tonttien 1,2 ja 10 kanssa.

Tämän työn aihe on peräisin rakennusliike Aki Hyrkkönen Oy:ltä. Esimerkkikohde As Oy Hämeenpuisto 16 on tehnyt esisopimuksen rakennusliike Aki Hyrkkönen Oy:n kanssa kiinteistön lisärakentamisesta. Esimerkkikohteen molempiin taloihin on tarkoituksena rakentaa kaavamuutoksen salliessa kaksi lisäkerrosta. Talo A:n uudet lisäkerrokset ovat kahdeksan ja yhdeksän ja talo B:n uudet lisäkerrokset ovat yhdeksän ja kymmenen. Työmaan erityispiirteitä ovat logistisesti haastava sijainti ja kiinteistössä asuvien käyttäjien läsnäolo koko työmaan rakentamisaajan. Huomioitavaa on myös rakennustoiminta korkealla ja lähes kaupungin keskustassa. Käyttäjien välitön läsnäolo ja vuorovaikutus heidän kanssa asettavat vaatimuksia rakenteiden suunnittelu- ja tuotantoketjulle. Sääsuojauksen toimivuuteen valittujen tuotantomenetelmien kanssa tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Tämä tutkimus tulee antamaan apua rakennusliikkeelle kohteen suunnittelunohjaukseen ja rakennustuotannon suunnitteluun. Työssä pyritään löytämään vaihtoehtoisia suunnitelma- ja toteutusratkaisuja. Edelleen tuotannon vertailulaskelmilla pyritään löytämään hankkeen toteutuksen kannalta kokonaisedullisin toteutusmenetelmä.

Niin yhteiskunnallisesti kuin alueellisesti tutkimus on ajankohtainen. Ullakko- ja kattorakentaminen toimii kasvavalle kaupungille mahdollisuutena laajentua sisältäpäin [1]. Ullakkorakentamisella muodostetaan lisää asuntoja kaupunkien keskustoihin [1]. Ullakko- ja kattorakentaminen eivät vaadi yhdyskuntarakenteen kannalta uusia investointeja, sillä vaadittavat tekniikka ja palveluinfrastruktuurit ovat jo saatavilla ennestään [1]. ”ApRemodel-tutkimuksen mukaan täydennysrakentaminen kaupunkirakenteen sisällä on kuntatalouden kannalta 70 prosenttia edullisempaa kuin lisärakentaminen uusilla alueilla” [5]. EU:n julkaiseman *Green Paper on the Urban Environment* – tutkimuksen mukaan eheä ja kompakti kaupunkirakenne, johon sekä lisä- että täydennysrakentamisella pyritään edistää kestävä kehitys [2]. Suomen yleisin talotyyppi on kerrostalo, mutta siitä huolimatta maa on yksi Euroopan väljemmin asutuista maista [3]. Tampereella on tätä työtä tehdessä käynnissä keskustan strategisen osayleiskaavan laadinta. Keskustan strategisella osayleiskaavan laadinnalla pyritään parantamaan kaupungin elinvoimaisuutta [4].

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on ohjata rakennesuunnittelua mahdollisimman hyvin rakennustuotantoa palvelevaksi. Rakentamisen alkaessaan tuotannon tulisi sujua suunnitellusti, kustannustehokkaasti, turvallisesti ja laadullisesti halutulla tasolla. Työn keskeisimpinä tavoitteina on selvittää korotettujen kerrosten kantavien runkojen rakenneratkaisut ja tuotantomenetelmät. Työssä tullaan vertailemaan puu-, teräs- ja betonirakenteisen rungon mahdollisuuksia esimerkkikohteessa. Eri runkovaihtoehtojen esivalmistusastetta kuten elementti- tai paikallavalurakentamisen soveltuvuutta tullaan käsittelemään esimerkkikohteen kaltaiseen lisärakentamiseen. Työn tavoitteena on vertailla eri rakentamismahdollisuuksien kustannuksia sekä sopivuutta esimerkkikohteeseen työmaatekniikan, sääsuojauksen, logistiikan, nostotöiden ja käyttäjien toiminnan suojelemisen näkökulmasta.

Esimerkkikohteen ollessa välittömässä läheisyydessä rakennusten käyttäjien kanssa, tavoitteena on suunnitella rakennustuotanto ottaen huomioon asukkaiden ja asuntojen suojeleminen. Huomioitavia näkökulmia ovat muun muassa suojele sääolosuhteilta sekä rakentamisesta aiheutuvista haittatekijöistä kuten pölystä, melusta ja liikenteestä.

Tuotannonsuunnittelussa ja suunnittelunohjauksessa tullaan kiinnittämään huomiota työmaan alueiden käyttöön, nostomenetelmiin, suojauksiin, telineisiin, ja työmaan turvallisuuteen niiltä osin mitä runkotyöt edellyttävät.

Tavoitteena on saada ajankohtaista kustannus- ja aikataulutietoa rakenneratkaisujen ja tuotantomenetelmien välille. Tavoitteena on esitellä tarvittavat menetelmät käyttäjän suojelemiseksi.

1.3 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

Tutkimusmenetelmänä työssä on kirjallisuustutkimus. Aineistona käytetään alan kirjallisuutta, dokumenttilähteitä ja aiheesta tehtyjä aikaisempia tutkimuksia. Käsiteltäessä esimerkkikohdetta As Oy Hämeenpuisto 16:ta käytetään olemassa olevia vanhoja rakenne-, lvis- ja arkkitehtipiirustuksia, vanhoja laskelmia, työselostuksia ja kohteesta otettuja valokuvia.

Esimerkkikohteen kaavoitusta koskevien asioiden käsittelyssä käytetään tutkimusaineistona Tampereen kaupungin tekemiä kaavoitusdokumentteja. Kaavoitusta käsiteltäessä käytetään Tampereen strategisen osayleiskaavan aineistoksi tehtyä materiaalia. Lisä- ja täydennysrakentamisosiossa aineistona tullaan käyttämään eri kaupunkien teettämiä tutkimuksia ja suunnitelmia alueidensa täydennysrakentamisesta.

Sekä suunnittelun- että tuotannonohjauksessa aineistona tullaan käyttämään Aki Hyrkönen Oy:n henkilökunnan sekä yhteistyökumppaneiden kanssa käytyjä keskusteluja ja palavereita sekä alan kirjallisuutta.

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuksen alussa esitellään tässä työssä käytettävää esimerkkikohdetta asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16:sta, kohteeseen suunniteltua korotusprojektia erityisominaisuuksineen. Käydään lävitse esimerkkikohteen kaavamuutoksen tilanne ja prosessi sekä esitellään kohteen vanhoja rakenteita korotusprojektin kannalta tarvittavin määrin.

Työn kirjallisuusosuudessa avataan lisä- ja täydentämisrakentamisen käsitettä sekä tarkastellaan tämänhetkistä täydennys- ja lisärakentamisen tilannetta niin Suomessa kuin muualla Euroopassa. Lisärakentamisen teoriaosuudessa esitellään lisärakentamisen syitä, haasteita ja eri mahdollisuuksia.

Teoriaosuudessa tullaan käsittelemään kerrostalon korottamiselle ominaisia erityispiirteitä. Vanhojen rakenteiden osalta esitellään esimerkkikohteen rakennusaikakauden olennaisia rakenteita, painottuen kattorakenteisiin sekä taloteknisiin järjestelmiin.

Teoriaosuudessa esitellään esimerkkikohdetta koskevat viranomaisvaatimukset ja niiden tulkinnat. Teoriaosuudessa käydään lävitse esimerkkikohteessa mahdollisia vastaan tulevia eri tuotantovaihtoehtoja: puu-, teräs- ja betonirakentaminen. Eri tuotantovaihtoehtojen osalta käsitellään sekä menetelmien ominaispiirteet, edut, haitat ja mahdollisuudet sekä esivalmistusaste. Teoriaosuudessa käydään lävitse suunnittelunohjauksen merkitys ja sillä saatavat hyödyt hankkeen läpiviennissä. Tarvittavilta osilta esitellään työmaan tuotannon kannalta tärkeimpien suunnitelmien, esimerkiksi aikataulu- ja aluesuunnitelman teoriataustaa.

Lopuksi esimerkikohteen ja teoriaosuudessa tarkasteltujen tuotantotekniikoiden ja rakenteiden pohjalta pyritään muodostamaan esimerkikohteen korotusprojektille kokonaisedullisin tuotantomenetelmä. Tässä työssä vertaillaan eri työmaatekniikoiden ja tuotantomenetelmien toimivuutta, mahdollisuuksia, kustannuksia, aikataulua, haittoja sekä hyötyjä toisiinsa.

Tässä diplomityössä ei paneuduta menettelyihin mitä taloyhtiön sisällä vaaditaan ennen lisärakentamistoimenpiteitä.

2 ESIMERKKIKOHDE ASUNTO-OSAKEYHTIÖ HÄMEENPUISTO 16

2.1 Kortteli 70

Asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16 sijaitsee Tampereella Amurin kaupunginosassa noin puolentoista kilometrin päässä ydinkeskustasta korttelissa 70. Kortteli 70 sisältää kolme tonttia 70 - 1, 70 - 2 ja 70 - 10. Korttelin kolmen kiinteistön omistajien yhteisestä aloitteesta on tullut vireille kaikkia korttelin kiinteistöjen lisärakentamista ajava kaavoitusaloite. Liitteessä 1 on esitetty Tampereen kaupungin asemakaavakarttaan liittyvä havainnepiirros korttelista 70. Tontin 70 - 2 kiinteistöt toimivat tämän diplomityön esimerkkikohteena.

Tontilla 70 - 1 sijaitsee Harry W. Schrekin suunnittelema vuonna 1973 valmistunut asuin- ja liikerakennus, jonka kerrosala on 3374k-m². Mustalahdenkadun puoleisessa tiilijulkisivuisessa lamellitalossa on seitsemän kerrosta, kaksi kellarikerrosta ja ullakko. Ullakolla sijaitsee varasto ja saunatilat. Puutarhakadun varressa sijaitsee 1.kerroksinen liikesiipi. Pihakannen alla sijaitsee kaksitasoinen pysäköintitila. Tontin pinta-ala on 1999m². Tontin omistaa Tampereen evankelis-luterilainen seurakuntayhtymä. [8]

Seitsemäkerroksista rakennusta on tarkoitus korottaa yhdeksään kerrokseen ja muuttaa samalla irtaimistovarastona toimivat ullakkotilat asuinkäyttöön. Yksikerroksisen liikesiiven tilalle on tulossa kahdeksan kerroksinen kerrostalo naapurikiinteistöjen tapaan. [14]

Tontilla numero 70-2 sijaitsee kaksi Gunnar Strömmerin suunnittelemaa asuin- ja liikerakennusta. Rakennukset on rakennettu vuosina 1962–64. Hämeenpuiston puoleinen punatiilinen lamellitalo on seitsemän kerroksinen kerrosalaltaan n. 3780k-m². Mustalahden kadun puolella sijaitsee kahdeksan kerroksinen kerrosalaltaan n.4230k-m². Tämän tontin kummankin kiinteistön varastotilat sijaitsevat ullakolla. Ullakolla on lisäksi terassitiloja. Kiinteistöjen katutasen kerroksissa sijaitsee liike- ja toimistotiloja. Pysäköintitilat ovat tontin sisäpihalla sekä sisäpihan pihakannen alla. Tontin pinta ala on 4315 m². Tontin omistaa Asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16. [8]

Hämeenpuiston puoleista rakennusta korotetaan yhdeksän kerroksiseksi ja ullakkotilat otetaan asuinkäyttöön. Mustalahdenkadun puoleista asuinkerrostaloa korotetaan kahdeksasta kymmenen kerroksen korkuiseksi ottaen ullakkotilat asuinkäyttöön. [14]

Tontilla 70 – 10 sijaitsee Taito Uusitalon suunnittelema ja 1963 valmistunut asuin- ja liikerakennus, jonka kerrosala on 3312 k-m². Mustalahdenkadun puolella on seitsemän kerroksinen osa, jonka katutasossa liiketiloja. Satakunnankadun varrella on yksi kerroksinen liikesiipi kuten tontilla 70-1 Puutarhakadun varressa. Autopaikat sijaitsevat Mustalahden kadun puoleisella pihalla. Tontin pinta-ala on 2157 m². Tontin omistaa Asunto-osakeyhtiö Tampereen Satahovi. [8]

Rakennusta korotetaan kahdeksan kerroksiseksi siten että ullakkotilat otetaan asuinkäyttöön. Yksikerroksisen liikerakennuksen tilalle rakennetaan kahdeksan kerroksinen uudistalo. [14]

2.2 Asunto-osakeyhtiön Hämeenpuisto 16

Tämän työn esimerkkikohde asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16 sijaitsee korttelissa 70 tontilla numero 2. Asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16 käsittää kaksi erillistä asuinkerrostaloa. Talossa A on kaksi rappua ja 50 asuntoa. Talo A:ssa on 2773,5 huoneistoneliömetriä. Talo B on kaksi rappunen ja käsittää 61 asuntoa. Talo B:ssä on 3069,5 huoneistoneliömetriä. Asuintilojen lisäksi osakeyhtiöön kuuluu alakerran liiketiloja, autohalli, kellari-, varasto- ja tekniset tilat sekä sauna, pesutupa ja yhteistiloja.

Kiinteistön omistajan tavoitteena on kaavamuutoksen kautta korottaa taloja kahdella kerroksella. Kiinteistöön on aiemmin tehty putkistosaneeraus, jonka yhteydessä on varauduttu vetämällä ullakolle varaukset viemäreille ja vedelle mahdollisen korotustyön varalle.

2.3 Kaavoitus- ja suunnitelmatilanne

Asemakaavan muutosta haetaan tonttien 70 – 1, 70 – 2 ja 70 – 10 omistajien aloitteesta. Kaavahanke on tullut vireille 11.4.2013 osallistumis- ja arviointisuunnittelun nähtäville kuulutuksen jälkeen [8]. Asemakaavaluonnos kuulutettiin nähtäville 19.12.2014 – 16.1.2014 /8/. Kerrosalan perusteella laskettuna asemakaavamuutos tuo korttelialueelle noin 110 uutta asukasta [14].

Kaikkiaan asemakaavamuutos tuo kortteliin uutta kerrosalaa 6884 kerrosneliömetriä [8]. Muutoksen tavoitteena on tontin täydennysrakentaminen. Kaavatyön pohjaksi on teetetty viitesuunnitelmia joista ilmenee katujulkisivut [8]. Suunnitellut katujulkisivut on esitetty tämän työn liitteessä 2.

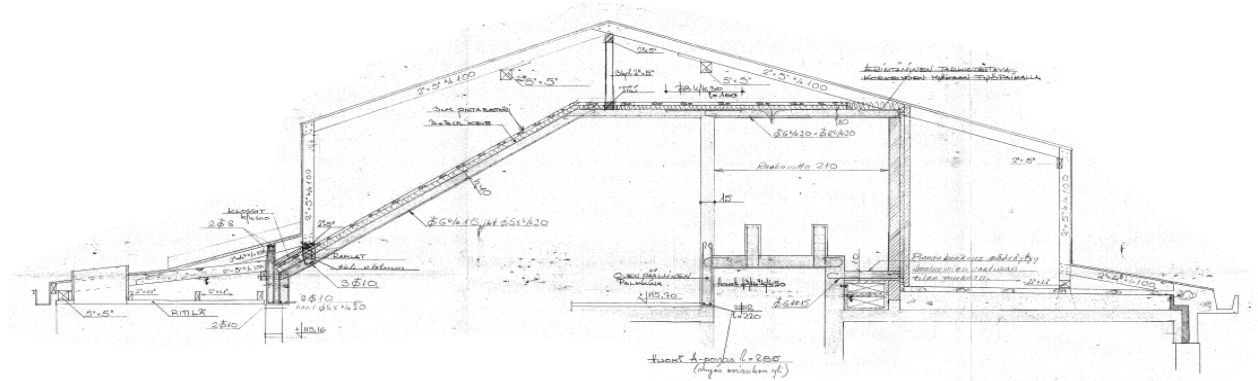
Talotekniikassa Tampereen kaupungin sähköverkko ja vesi ovat antaneet omat lausuntonsa kaavamuutosta haettaessa. Tampereen Sähköverkko on todennut, että yhtiöllä on jakelumuuntamo asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16 kiinteistössä ja on tarvetta varau-

tua jakelumuuntamolle As Oy Satahovin nykyiselle alueelle. Tampereen vesi toteaa, että korttelin nykyiset tonttijohtojen liitokset tullaan säilyttämään ja tarvittaessa lisätään uusia. Viemärit tulee rakentaa niin, että jäte- ja hulevedet erotellaan kiinteistöllä toisistaan ja johdetaan niille tarkoitettuihin verkostoihin. [8]

Kohteen urakoitsija teettää suunnitelmat valitsemillaan suunnittelijoilla. Urakoitsija vastaa kaikkien piirustusten laadituttamisesta. [21]. Tätä diplomityötä tehdessä korotushanke odottaa asemakaavan lainvoimaisuutta eikä alustavia arkkitehti tai rakennesuunnittelua tarkempaa suunnittelua ole vielä tehty. Asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16:sta on tehty tutkimuksia suunnittelutoimisto Huura Oy:n toimesta. Huura Oy on tutkinut alustavasti vanhojen rakenteiden kestävyyttä lisärakentamisesta tulevien kuormien varalta. Kappaleessa 5.3 *Kuormat ja vanhojen rakenteiden kantavuus* on esitetty laajemmin Huura Oy:n tekemiä laskelmia ja tutkimuksia.

2.4 Esimerkkikohteen vanhat rakenteet

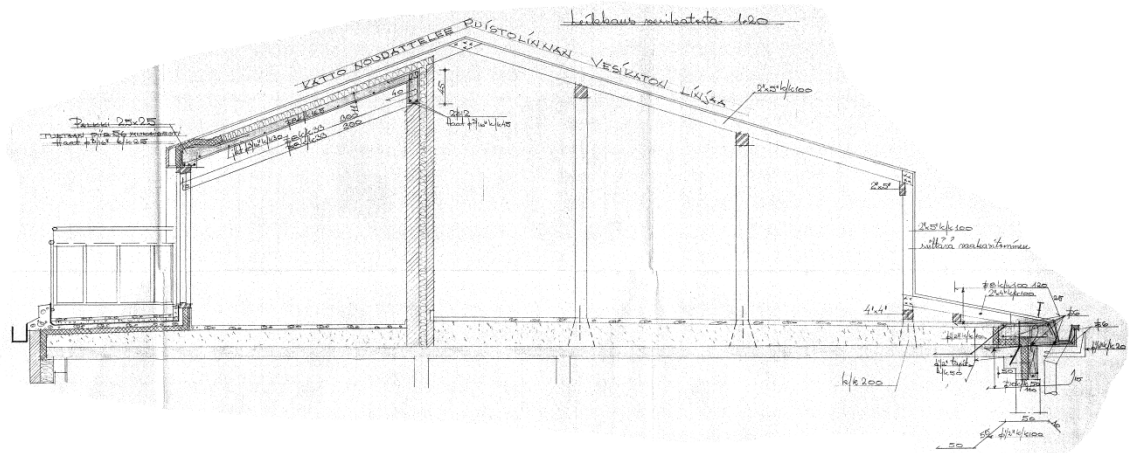
Vanhat rakenteet osiossa esitellään korotusprojektin kannalta oleelliset esimerkkikohteen rakenteet, kuten ylimmän kerroksen pilarit, palkit ja holvi sekä vesikattorakenteet. Käytetyt rakennekuvat ovat alkuperäisiä rakennesuunnitelmia.



Kuva 2.1 Talo A Leikkaus ullakosta hissien ja portaiden kohdalta [56]

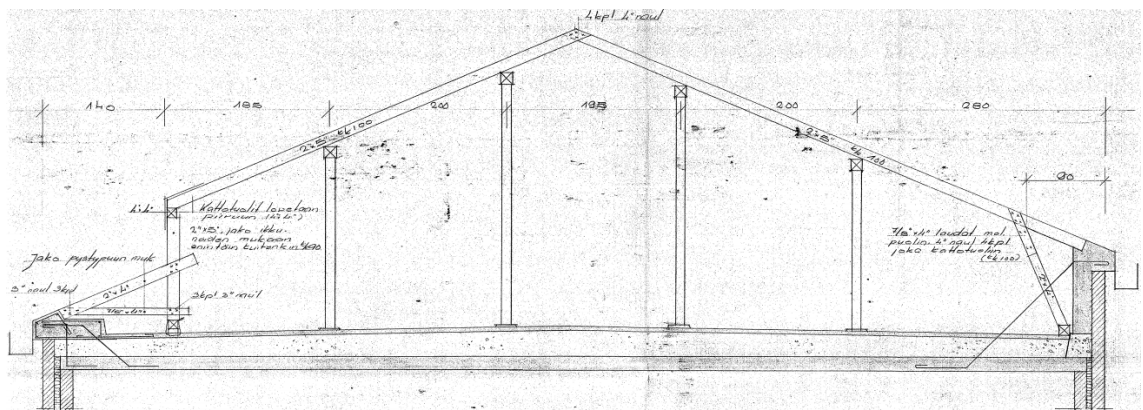
Kuvissa 2.1, 2.2, 2.3 ja 2.4 on esitetty vanhojen ullakkorakenteiden leikkauskuvia. Kuvat 2.1 ja 2.2 ovat A-talosta. Kuvat 2.3. ja 2.4 ovat B-talosta. Leikkauskuvien rakenteet vastaavat 1960-luvun tyypillisiä rakenteita. Leikkauskuvista käy ilmi yläpohjan rakenne: massiivinen 150mm teräsbetonilaatta, lämmöneriste 200mm ja 50 betoninen palo-permanto. Leikkauskuvista käy ilmi palo-permantoon valetut kaadot sammutusvesien varalle. Vanhoista rakennekuvista poiketen tehtyjen rakennetutkimusten perusteella betoninen palo-permanto on todellisuudessa 100mm.

Kuvassa 2.1 esitetään hissikuilun yläpään leikkaus. Kuvassa 2.1 näkyy hissikuilun vieressä kulkeva ilmastointijärjestelmän kokoojakanava.



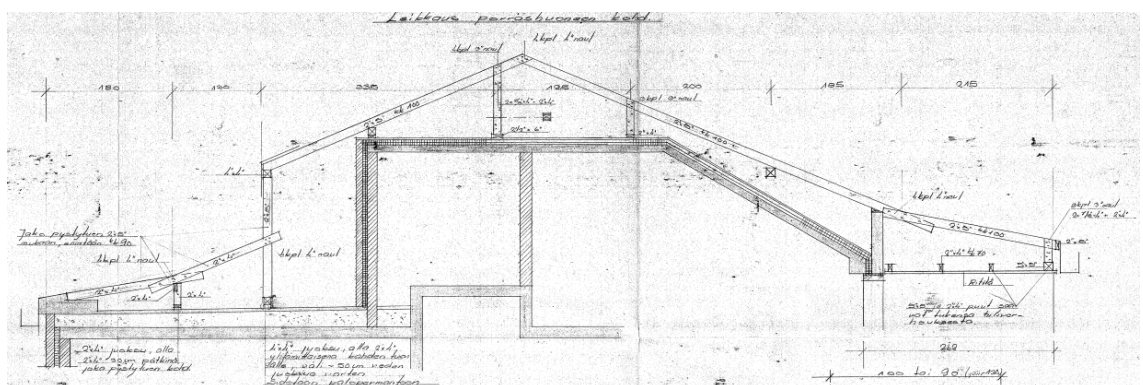
Kuva 2.2 Talo A Leikkaus ullakosta [56]

Vesikaton rakenteet myötäilevät niin ikään rakentamisajan tyypillisiä rakenteita. Kattovasoja kannattelee 5"x5"-orret jotka tukeutuvat 4"x4"-pylväisiin. Kattovasat ovat 2"x5" metrin jaolla. Pylväiden alapää on nostettu leca-korokkeilla irti palopermannosta.



Kuva 2.3 Talo B Leikkaus Ullakko [56]

Kuvissa 2.1, 2.2 ja 2,5 esitetään räystääs porrashuoneen kohdalla. Porrashuoneen yläpohja 150mm teräsbetonia, 100mm lasivillamatto ja 50mm suojaabetoni.



Kuva 2.4 Talo B leikkaus ullakolta [56]

Liitteessä 3 on esitetty A-talon ylimmän holvin rakenteet ja liitteessä 4 on esitetty A-talon vesikattorakenteiden tasokuva.

2.5 Rakennustoimenpiteet [21]

Rakennushanke käsittää sekä A- että B-talon korottamisen kahdella kerroksella. A-talon uudet kerrokset ovat kahdeksan ja yhdeksän. B-talon uudet kerrokset ovat yhdeksän ja kymmenen. Urakkarajana toimii ylimmän asuinkerroksen betoniholvin yläpinta. Talojen korottamisen myötä kiinteistöön muodostuu 1528 huoneistoneliömetriä käsittäen 26 uutta huoneistoa.

Hankkeen purkutöihin kuuluvat vanhan katon ja ullakkorakenteiden purut.

Nykyiset IV-poistokoneet tullaan joko korvaamaan uusilla taajuusmuuttajilla varustetuilla koneilla tai vanhat siirretään vesikatolle. Uudet asunnot varustellaan lämmön talteenotolla varustetuilla tulo-poistoilmakoneilla. Urakoitsijan tulee huomioida ullakon vanhat ilmastoinnin kokoojakanavat ja puhallinhuone sekä varmistaa alempien asuntojen ilmanvaihto rakennusprojektin aikana.

Porrashuoneet ja hissikuilu tullaan jatkamaa uusiin kerroksiin. Kiinteistöjen hissit tullaan uusimaan kerroskorotusprojektin yhteydessä ja niiden toimintasäde tullaan ulottamaan uusiin kattokerroksiin asti. Vanhalla katolla olevat hormit, kanavat ja muut vastaavat asennukset jatketaan uudelle vesikattotasolle.

Urakoitsijan tulee huomioida suunnitelmissaan nykyisiä asuntoja palvelevan ja mahdollisesti asennettavan lämmön talteenoton vaatimukset sekä lämmönjaon vaatimat putkituksen reitit ja varaukset. Urakoitsijalla on mahdollisuus jättää tarjous vanhojen asuntojen palvelevan lämmön talteenoton toteuttamisesta.

Taloyhtiössä tehdyn putkistosaneerauksen yhteydessä ylimmän kerroksen märkätiloihin on jätetty vesi- ja viemärivaraukset odottamaan lisäkerrosten rakentamista. Kiinteistön käyttövesiputkisto on ylimitoitettu siten, että se sallii lisärakentamisen. Lämmitysputket pystytään liittämään ylimpien kerrosten lämpölinjoista uusiin asuntoihin. Sähköliittymän koko on riittävä laajennukselle.

Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi urakoitsija tulee tasoittamaan, pinnoittamaan sekä varustamaan ja kalustamaan uudet huoneistot suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi urakoitsija teettää valitsemillaan yhteistyökumppaneilla tarvittavat talotekniikan työt. Vaadittavat säädöt, mittaukset ja tarkastukset kuuluvat myös urakkaan.

3 LISÄ- JA TÄYDENNYSRAKENTAMINEN

3.1 Lisärakentaminen

Lisärakentaminen lisää rakennuksen kerrosalaa joko rakennuksen sisä- tai ulkopuolelle [6]. Lisärakentaminen voidaan toteuttaa monelle eri tavalla, kuten lohkomalla olemassa olevasta tontista tai tonteista uusi tontti, rakentamalla uusi rakennus osaksi olemassa olevaa asuintonttia, rakennusta korottamalla, rakennusta jatkamalla tai laajentamalla, tilan käyttötarkoitusta muuttamalla, rakentamalla ullakolle tai purkamalla rakennus ja rakentamalla uusi. [5] [15] Lisärakentamiseksi käsitetään muun muassa ullakkotilojen muuttaminen asuinhuoneiksi, kerrosten lisääminen tai hissin rakentaminen olemassa olevaan rakennukseen [6].

Täydennys ja lisärakentaminen toteutetaan kaavoituksen ja liikennesuunnittelun avulla. Kokonaisuuden hallinnaksi tarvitaan laajemman alueen kattava strateginen suunnitelma [3]. Lisä- ja täydennysrakentaminen edellyttää lähes aina poikkeamispäätöstä tai kaavamutosta muun muassa tontin rakennusoikeuden täyttymisen tai autopaikkamääräyksien johdosta. [18].

Käsite täydennysrakentaminen sisältää edellä mainittujen lisäksi rakentamisen jo rakennetulla alueella olevalle tyhjälle tontille [7].

3.2 Lisärakentamisen tilanne tällä hetkellä

Suomessa ullakkoja on käytetty aikaisemmin tilapäisasumiseen. Ahtaudesta johtuvaan tiiviimpään rakentamiseen ei ole ollut aikaisemmin suurta tarvetta. Syynä tähän on lähinnä Suomen nuori kaupungistumisaste. Kylmät talvet ovat rajoittaneet ullakoiden käyttöä sellaisenaan verrattuna Keski-Eurooppaan. [9]

Helsingin maankäytön ja asumisen toteutusohjelman 2008 – 2017 tavoitteena on muodostaa 5000 asuntoa vuosittain. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston tekemän *Esi-kaupunkien renessanssi – projektin* yksi keskeisistä tavoitteista on selvittää kuinka täydennys- lisärakentamisella voidaan vastata muodostettavien asuntojen tarpeeseen. *Uutahelsinki.fi* sivuston mukaan kaupunki asettaa tavoitteeksi, että 30-prosenttia uusista asunnoista rakennetaan täydennysrakentamisen avulla eli 1500 asuntoa vuosittain [15]. Tampereella on käynnissä yhdyskuntarakenteiden eheyttäminen *EHYT -työ*, jonka tavoitteena on etsiä asuntorakentamiseen soveltuvia alueita täydentäen ja jatkaen kaupun-

kirakennetta. Hankkeessa painotetaan täydennysrakentamista nykyisissä asuinkortteleissa. [19]

Turussa tiedostetaan täydennysrakentamisen mahdollisuudet. Täydennysrakentamisesta ei ole kuitenkaan tehty vielä laajempaa kartoitusta. Turun 2025 yleiskaavassa on tarkoituksena tehdä esikaupunkien erityistarkasteluja. [3]

Ruotsissa kaupunkien lisä- ja täydentämisrakentamisen mahdollisuudet on ymmärretty 1980-luvulla. Vuonna 1987 säädettiin laki rakennusalueiden kehittämistä varten. Laki edellyttää lisä- ja täydennysrakentamisen toteuttamisen yhteistyössä alueiden kiinteistöjen omistajien kanssa. [3]

Yhdysvalloissa useissa osavaltioissa on otettu käyttöön 1990-luvulla ”älykkään kasvun” menetelmä (smart growth). Menetelmän ajatuksena on pienentää esikaupunkialueiden laajentumista investoimalla jo olemassa olevaan kaupunkirakenteeseen. Varsinkin julkisen liikenteen solmukohdissa pyritään tiivistämään asuin- ja toimistoalueita. [3]

3.3 Lisärakentamismahdollisuudet

VTT:n tekemän julkaisun *Asuntoyhtiöiden uudistava korjaustoiminta ja lisärakentaminen* mukaan lisärakentamismahdollisuudet ovat kiinni seuraavista tekijöistä: tontilla on tilaa lisärakentamiselle, useammasta tontista voidaan muodostaa uusi lisärakentamisen mahdollistama tontti, vanhaa rakennusta on teknisesti mahdollista korottaa, lisärakentaminen sopii alueen kehittämisstrategiaan, kaavoitus tai muu vastaava tekijä ei estä lisärakentamista, markkinoilla on kysyntää lisärakentamiselle ja se on kaupallisesti kannattavaa. [5]

Pauliina Juurakon tekemässä diplomityön *Lisärakentamisen merkitys Tampereen keskustan kiinteistöjen kunnossapitoon ja arvoon* perusteella työssä tutkittujen kohdekiinteistöjen keskimääräinen lisärakentamispotentiaali on 980 huoniesto-m² / taloyhtiö. Tästä potentiaalista 55 % on hyödynnettävissä ullakkorakentamisen tai kerroskorottamisen keinon. Juurakon tutkimuksen perusteella kohteen rakentamisajankohdalla ei ole merkitystä lisärakentamismahdollisuuksiin. [7]

3.4 Lisärakentamisen syyt

Lisärakentamisen syyt voidaan jakaa rakennuskohteisiin ja alueellisiin tekijöihin. Rakennuskohteen lisärakentamisen syyt ovat asuttavuuden ja käytettävyyden parantaminen tai taloudellisen hyödyn tavoittelu. Alueellisen lisärakentamisen syyt tulevat yhteiskunnan ja kunnan tavoitteesta ekologisempaan ja tehokkaampaan alueen infrastruktuurin käyttöön. [3]

Kiinteistöomistajan motiivina lisärakentamiseen on usein taloudellinen hyöty, jolla pystytään kattamaan osa peruskorjauksen kustannuksesta tai kohentamaan muun muassa taloyhtiön esteettömyyttä, asumisviihtyvyyttä tai parantamaan asukkaiden pysäköintiratkaisuja. Toisaalta asunto-osakeyhtiön lisärakentaminen mahdollistaa osakkeiden arvon nousun tai vähintään arvon säilymisen. Kiinteistön lisärakentamisen yhteydessä on mahdollista parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja taloteknisiä järjestelmiä. [5]

Kunnan ja yhdyskunnan kannalta lähipalveluiden ja infrastruktuurin kannattavuutta ja käyttöastetta pystytään nostamaan saamalla alueelle lisää asukkaita. Lisärakentamisen avulla mahdollistetaan alueen asukaskannan laajentuminen ja monipuolistuminen samalla kaupunkirakenne tiivistyy. Entistä suurempi joukko ihmisiä pystyy hyödyntämään alueen kunnallistekniikkaa, joukkoliikennettä, palveluita ja infrastruktuuria. Kunnan ja yhteiskunnan kannalta tämä merkitsee taloudellisia säästöjä ja ekologisempaa rakentamista. [3]

Täydennysrakentaminen nostaa asuntojen ja kiinteistöjen arvoa, jos alueen haluttavuus asuinpaikkana nousee. Asuinalueen haluttavuutta pystytään nostamaan kun alueen arvostus ja laatu asuinympäristönä nousevat. [5]

3.5 Lisärakentamisen haasteet ja esteet

Rakentamistoimenpiteiden tapahtuessa ennalta rakennetussa ympäristössä luo tämä haasteita rakentamiselle. Kohteen rakenneteknisten, arkkitehtonisten, kaavoituksellisten, historiallisten tekijöiden lisäksi muun muassa taloyhtiön päätöksenteko ja viranomaiset luovat haasteita lisärakentamiselle. [7]

Ympäristöministerin raportin 27/2011 ”*Lisärakentaminen osana korjausrakentamishanketta*” mukaan lisärakentamisen haasteet voidaan jakaa neljään kategoriaan: tekniset, sosiaaliset, lainsäädännölliset ja taloudelliset. [3]

Teknisiä haasteita ovat esimerkiksi maaperästä, kohteen sijainnista tai sen rakenteista johtuvat haasteet. Väestönsuojarakenteiden ja autopaikoitusten muodostaminen uuden asuinpinta-alan mukaiseksi saattaa aiheuttaa ylitsepääsemättömän esteen lisärakentamisen aloittamiselle.

Sosiaaliset haasteet ovat peräisin ihmisten käyttäytymisestä ja toiminnasta. Sosiaalisen haasteen hyvä esimerkki on niin kutsuttu NIMBY-ilmiö (Not In My Backyard) missä omaan lähipiiriin ei haluta lisärakentamista. Sosiaaliset haasteet johtuvat yleensä huonoista kokemuksista lisärakentamisesta, tiedon puutteesta tai pelosta liian tiiviistä asumisesta.

Lainsäädännöllisiä haasteita muodostavat lait ja muuta määräykset kuten kaavoitus. Asemakaavan uusiminen lisärakentamiselle suotuisaksi saattaa kestää 1-3 - vuotta joka saatetaan kokea liian pitkäksi prosessiksi [22]. *Taloudelliset haasteet* tulevat hankekustannuksista. [3]

4 VANHAT RAKENTEET, JÄRJESTELMÄT JA KERROSTALON KOROTTAMINEN

Tarkastellaan esimerkkikohteelle tyypilliset rakenteet ja talotekniikan järjestelmät. Kapaleessa esitetään korotushankkeen tyypillisiä erityispiirteitä. Erityispiirteissä pyritään huomioimaan tuotannollisia tekijöitä kuten vaikutus kustannuksiin, aikatauluun ja turvallisuuteen. Lisäksi pyritään huomioimaan vanhojen rakenteiden ja järjestelmien asettamat mahdolliset tekniset rajoitukset.

Esimerkkikohteen aikakauden 1960 – 1970 rakenteisiin ja järjestelmiin vaikuttivat ensimmäinen energiakriisi (1973), samoihin aikoihin ilmestynyt Suomen rakentamismääräyskokoelma (1976) sekä BES - järjestelmän kehittäminen (1968 – 1970).

4.1 Lisä- ja korotustuotannon erityispiirteet

Rakennustoimenpiteet ullakkotiloissa ovat käsityövaltaista sekä varastoinnit ja kuljetukset ongelmallisia. Työn aikaiset suojaukset ovat vaativampia ja työn aikaisiin vahinkoihin on varauduttava ennalta. Kerrostalon korotusprojektissa vesikaton hetkellinen puuttuminen ja aukotukset aiheuttavat vesivahingon vaaran. Vanhat puupohjaiset eristeet ja rakenteet ovat erittäin herkästi syttyviä. Tulipalon vaara muodostuu vääristä purkumetelmistä ja huonoista suojauksista. [9]

Ullakkorakentamisessa kuin myös lisärakentamisessa vaaditaan suunnittelijoilta huolellisuutta, aktiivisuutta ja joustavuutta. Sama pätee myös työnjohtoon [9]. Ullakkorakentaminen on erikoisrakentamista joka vaatii ammattitaitoiset suunnittelijat ja laadukkaat suunnitelmat onnistuakseen [12]. Vanhan rakennuksen korotusprojektin pääsuunnittelijalta vaaditaan AA luokan suunnittelijapätevyys Suomen rakentamismääräyskokoelman osan A2 mukaan [16]. Samoin erikoisrakentaminen asettaa työn valvojalle vaatimuksia ammattitaidosta. Helsingin kaupungin ullakonrakentamisen menettelytapaohjeessa suositellaankin käyttämään pätevää rakennustöidenvalvojaa jo suunnitteluvaiheessa, avustamaan suunnitteluvalinnoissa ja ennen kaikkea kertomaan rakentamisvaiheen reunaehdoista [13].

Ullakkorakentamisen keskeisiä ongelmia ovat tavaran siirrot ahtaissa työmaaolosuhteissa. Näin on myös purkujätteiden poiston kanssa. Muun muassa vanhan palopermannon purun suunnittelussa tulisi huomioida purkujätteiden poiskuljetus. Katon tuuletus ja ikkuna-detallit tulee suunnitella huolella kosteusongelmien välttämiseksi [12].

Hannu Tomminen vertaa kirjassaan *Ullakkorakentaminen* ullakkorakentamisen kustannuksia uudisrakentamiseen. Voitaneen olettaa, että kustannusten suhde talon korottamisessa on lähes sama. Tommisen mukaan palkkakustannukset kasvavat 30 - 40 % johtuen tehottomasta työajasta joka johtuu muun muassa työskentelystä ahtaissa tiloissa, työn käsityövaltaisuudesta, varastointitilojen puutteesta, työn yllätyksellisyydestä ja työvaiheiden limitysten vaikeudesta. Tavarahukka muodostuu 10 % suuremmaksi johtuen esimerkiksi rakenteiden muotojen erikoisuudesta. Kuljetuskustannukset kasvavat 100 % ja välivarastointikustannukset 20 % koska varastointitiloja on hankalaa järjestää asutuksessa ympäristössä ja näin joudutaan kuljettamaan pieniä tavaraeriä kerrallaan. Kuljetuskustannuksia kasvattavat ulkopuolisten tekemät nostot sekä purkujätteiden kuljetukset. Suunnittelukustannukset ovat uudisrakentamista korkeammat suunnittelutarpeen esiintyessä koko rakentamisen ajan johtuen muun muassa suunnittelumuutoksista, laajasta detajisuunnittelusta, vaihtoehtoratkaisujen suunnittelusta ja uudisrakentamista laajemmasta työmaaseurannasta. [9]

4.2 Talotekniikan järjestelmät

1950-luvulla ilmastoinnissa siirryttiin painovoimaisesta ilmastoinnista koneelliseen järjestelmään, niin kutsuttuun yhteiskanavajärjestelmään. Öljyllä lämmittäminen yleistyi 1950-luvulla, jolloin siirryttiin pois talokohtaisista lämmityskattiloista. Vesi- ja viemärijärjestelmät perustuivat valurautaputkiin, galvanoituun teräkseen ja kupariin. Sähköputkitukset siirtyivät massiivibetonivälipohjiin.

Ullakkorakentamisessa joudutaan lähes aina uudisrakentamista vastaaviin talotekniikan töihin. Harvoin ullakolle on vedetty lämpö-, vesi-, viemäri- ja ilmastointilinjoja. Talotekniikan töitä varten joudutaan usein rakentamaan nousuhormit kellarista asti. Hormien rakentaminen asutuissa kerroksissa on työteknisesti, tilankäytön kannalta ja esteettisesti haastavaa. [9] Tilanne on vähintään sama ja mitä todennäköisimmin haastavampi korotettaessa rakennusta.

4.2.1 Sähkö

Sähköjohdot sijoitettiin 1940 – 1960- luvuilla rakenteiden sisään jääviin asennusputkiin. Sähköille ei usein ollut erillistä nousukuilua vaan ne sijoitettiin tiilimuureihin tai valettiin betoniseinien sisään. Huoneistojen eteisiin sijoitettiin jokaisen huoneiston mittaritaulu. Massiivisiin teräsbetonivälipohjarakenteisiin siirryttäessä 1950-luvulla pyrittiin kaikki sähköputket sijoittamaan välipohjiin. Seinille asennettiin ainoastaan pystyputket pistorasioita ja katkaisijoita varten. [11]

Ullakolla on usein perussähköistys ylläpitämään muun muassa ullakon valaistusta, mutta tämä ei riitä uusien sähköasennusten tarpeisiin. Rakennuksen olemassa oleva sähkökapasiteetti saattaa olla lähes kokonaan käytössä ennen lisärakentamisen aloitusta. Näin

lisäkuormitus saattaa aiheuttaa toimenpiteitä talon sähkönsyötössä, sähköpääkeskuksessa ja runkojohdoissa. [9]

Alueelliseen sähkönsyöttöverkkoon on yleensä mitoitettu 20 – 30 % tehon lisäyksen laajennusvara. Tästä johtuen yksittäisen tai muutaman talon lisärakentaminen ei vielä aiheuta muutostarpeita sähkönsyöttöön. Paikalliselta sähkölaitokselta on syytä selvittää tarvittavat toimenpiteet sähkönsyötön osalta. [28]

4.2.2 Lämmitys

Yleisin lämmitysjärjestelmä on kaukolämpöön liitetty vesikiertoinen patterilämmitys. *Kuvassa 5.2* on esitetty lämmitysjärjestelmän toimintaperiaate. Veden kierto toteutettiin aluksi painovoimaisesti, mutta pumppukierro yleistyi 1950-luvun puolen välin jälkeen. Lämmön luovuttajina toimivat aluksi raskaat valurautapatterit, jotka kuitenkin muuttuivat kevyempiin teräslevypattereihin. Massiivisissa tiilimuuritaloissa patterit on sijoitettu patterisivyennyksiin ja lämmitysputket muurattu seinien sisään käärittynä aaltopahvieriteeseen. Betoniseinäisissä taloissa ei enää rakennettu erillisiä patterisivyennyksiä. [11] [28]

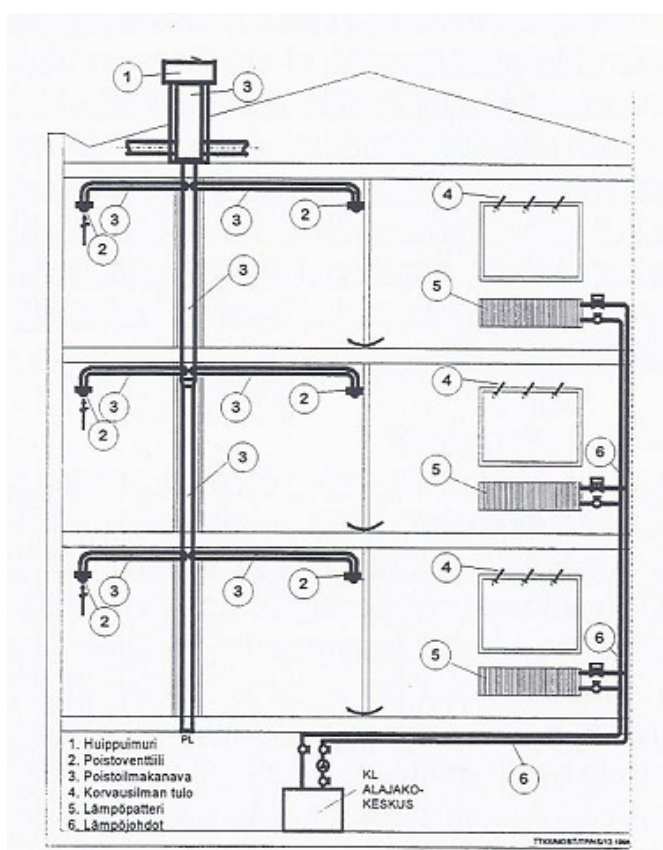
Lämmönlähteenä on usein kauko- tai aluelämpö. Kaukolämpöverkot on pääosin toteutettu ennen 1970-luvun energiakriisiä, jolloin verkosto on ylimitoitettu nykyiseen käyttöasteeseen. Ylimitoitus nykytilanteessa johtuu muun muassa käyttöveden kulutuksen laskusta ja asukasväljyyden kasvusta. Tästä johtuen kaukolämpöverkoston laajentamiseen ei ole tarvetta ellei kulutus kasva 20 -30 % suuremmaksi lisärakentamisen johdosta. Lisärakentamisen kannattavuutta tulee miettiä tarkasti jouduttaessa laajentamaan kaukolämpöverkkoa. Kaukolämpöverkoston laajentaminen on investointina kallis. [28]

Liitettäessä uudet asunnot vanhaan lämmitysverkostoon tämä vaatii lämmitysputkiston vesipatsaan nostoa joka lisää painetta putkistoon. Näin suunniteltaessa tulee tarkistaa kestäkö vanhat putket paineen noston. Huomioitavaa on, että vanhoissa lämmitysputkistoissa saattaa olla tulpattuja linjavarauksia. Näiden tulppausten kestävyys tulee tarkistaa ennen paineen nostoa. [9]

4.2.3 Ilmanvaihto ja hormit

Ennen 1950-lukua uunilämmityskaudella rakennetuissa rakennuksissa on hormistot joihin on liitetty sekä lämmityksen piiput että ilmanvaihdon hormit. Tällaiset hormit ovat osana kantavaa rakennetta ja niihin on kannatettu välipohja rakennetta. Painovoimainen ilmanvaihdon hormijärjestelmä on erittäin monimutkainen ja haavoittuva. Hormeihin ja piippuihin liittyvissä rakennustoimenpiteissä tulee selvittää ilmanvaihdon toimintaperiaate sekä mahdollinen piipun rakenteellinen toiminta. [9]

1950-luvun puolivälin jälkeen painovoimaisesta ilmanvaihdosta siirryttiin koneelliseen poistoon. Koneellinen poisto toimi niin kutsuttuna yhteiskanavajärjestelmänä. Järjestelmässä päällekkäin sijaitsevat tila liitettiin yhteiseen pystyhormiin. Kuvassa 5.1 on esitetty 1960-luvun tyypillinen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä. Eri tiloja palvelevat pystyhormit liitettiin ullakolla vaakakokoajakanaavaan joka edelleen johdettiin puhallinkomeroon, jossa toimi koko rakennusta palveleva poistopuhallin. Poistoilmaventtiilit sijaitsevat yleensä keittiössä, pesuhuoneessa ja vaatekomerossa. Kanavien rakennusmateriaalina käytettiin tiiliä, kipsiharkkoja tai betonisia hormielementtejä, jotka valettiin kantavien betoniseinien sisään asbestisementtiputki- tai pahvitorvimuottien avulla. Järjestelmä vapautti lattiapinta-alaa muuhun käyttöön mutta samalla loi melu- ja hajuhaittoja sekä toimi paloteknisesti huonosti. Yhteiskanavajärjestelmään siirryttäessä korvausilman ulkoilmasäleiköt poistettiin, jolloin korvausilman saanti on hallitsematonta. [11] [28]



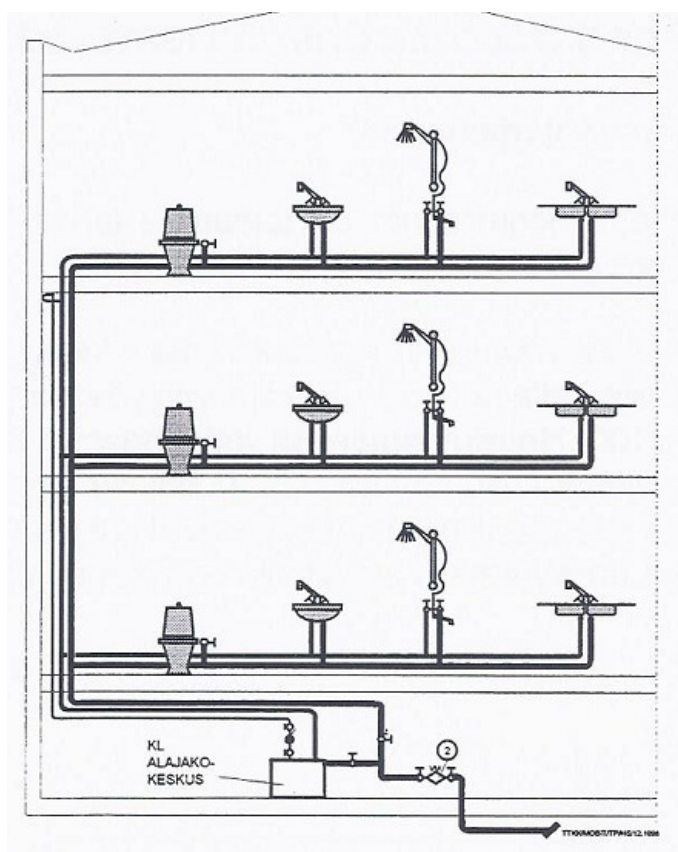
Kuva 4.1 1960-luvun asuinkerrostalon tyypillisen ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmän periaatekuva [28]

4.2.4 Vesi-, viemäri- ja sadevesiverkosto

Asuinkerrostalon pohjaviemärit sijaitsevat talon pituussuunnassa likimain keskellä taloa kellarin käytävän alla noin metrin syvyydessä. Nousuviemäreitä on tavallisesti yksi per asunto. Nousuviemärit jatkuvat tuuletusviemäreinä vesikatolle. Kalusteiden liitosviemä-

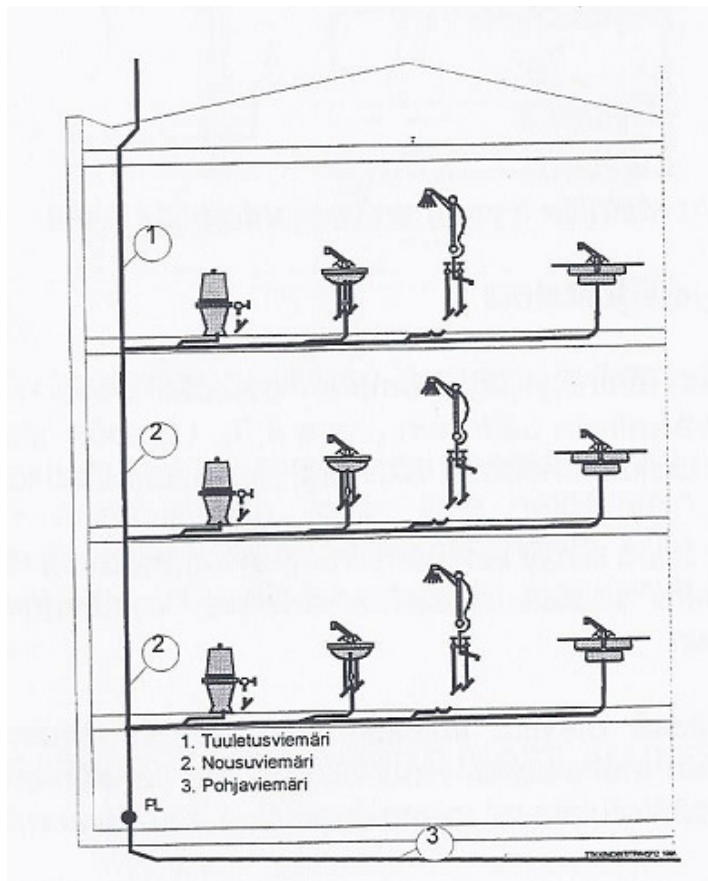
rit ovat tavallisesti upotettu lattiarakenteisiin. *Kuvassa 5.2* on esitetty 1960-luvun tyypillisen viemäröintijärjestelmän periaatekuva. Vesijohtojärjestelmä on esitetty *kuvassa 5.3*. Talokohtainen vesimittari sijaitsee lämmönjakohuoneessa. Lämmin käyttövesi lämmitetään kaukolämpökeskuksen käyttösiirtimessä. Veden runkoputket ovat kellarin käytävien katossa. Nousulinjojen sulut on sijoitettu kellarin kattoon. Putkia on tavallisesti kolme; lämmin- ja kylmävesi sekä lämpimänveden kiertoputki. Nousulinjat palvelevat tavallisesti päällekkäin sijoitettuja asuntoja. Kalusteiden liitosjohdot on upotettu seinärakenteisiin tai vedetty pinta-asennuksena. Kalustekohtaisia sulkuja ei ole. Kylmävesijohdoina käytettiin galvanoitua terästä josta siirryttiin 1950-luvun lopulla kupariin. Lämminvesiputkissa käytettiin kuparia. Viemäreissä käytettiin muhvollisia valurautaputkia. Viemäri ja vesijohdot sijoitettiin tiilimuureihin tai ilmanvaihdon yhteiskanavien kanssa samoihin hormoneihin. [11] [28]

Kunnalliset vesi- ja viemäriverkosto jotka on rakennettu 1960- ja 1970-luvuilla ovat pääsääntöisesti ylimitoitettuja nykyiselle käyttöasteelle. Ylimitoitus johtuu vedenkulutuksen laskusta. Sekä vesi- että viemäriverkostojen virtaamat ovat käytännössä tämän hetkiselä käyttöasteella liian pieniä. Jos lisärakentaminen kasvattaa verkostojen käyttöä yli 10 %, tulee tarkastella verkostojen mitoitusta. [28]



Kuva 4.2 Asuinkerrostalon 1960-luvun tyypillisen vesijohtojärjestelmän periaatekuva [28]

Kiinteistön piha-alueella tehtäessä laajoja muutostöitä muutettaessa pintarakenteita vettä läpäisemättömiin kerroksiin tulee sadevesijärjestelmän toimivuus tarkastaa. Kunnallisen sadevesiverkoston toimivuus tulee tarkistaa paikalliselta vesilaitokselta johdettaessa verkostoon paljon lisävesiä. [28]



Kuva 4.3 Asuinkerrostalon 1960-luvun tyypillisen viemärijärjestelmän periaatekuva [28]

4.3 Rakennejärjestelmä

Teräsbetonirakenteinen seinä-laattarunko on ollut 1960 - 1970- luvuilla yleisin asuinkerrostalojen rakennejärjestelmä. Rakennuksen lyhyemmän sivun suuntaiset päätyseinät ja kantavat väliseinät välittävät kantavilta väli- ja yläpohjalaatoilta tulevat pystykuormat perustuksille. Pitkien sivujen suuntaiset seinät ovat useimmin kantamattomia. Rakennukset perustettiin joko paaluille tai anturoille. Anturat toteutettiin usein kantavien seinien suuntaisilla seinäanturoilla.

Kantavat välipohjat välittävät vaakakuormat kantaville ulko- ja väliseinille, jotka jäykistävät rakennukset. Välipohjalaatastona on tavallisesti käytetty 190-200mm paksua paikallavalettua massiiviteräsbetonilaattaa, massiivilaattaelementtejä tai esijännitettyjä ontelolaattoja. Paikallavalulaatta oli yleisimmin käytössä. Välipohja toimii kantavan ra-

kenteen lisäksi asuntojen välisenä ääneneristykseenä, jonka johdosta sen paksuus on kantavuuden kannalta tarpeettoman paksu. Massiivisen teräsbetonilaatan käytetty jänneväli on tavallisesti 4-6 metriä. 1960-luvulla rakennetuissa taloissa kantavien väliseinien paksuus on tavallisesti 150- 160mm. BES-järjestelmän tultua käyttöön väliseinäelementtien paksuudeksi tuli 180mm.

Asuintalojen alapohjana on käytetty maanvaraista betonilaattaa maapohjan ollessa kantava. Kantamattomilla maapohjilla alapohjalaatta tuettiin kantavien seinien suuntaisiin sokkeleihin ja anturoihin. [27]

4.4 Yläpohja

1950- luvun alkuun asti yleisin ylä- ja välipohja tyyppi oli alalaattapalkisto. Massiivinen teräsbetonilaatta yleistyi 1950-luvun alkupuolella. Ääneneristysyistä kantavan laatan päälle valettiin eristekerroksen päälle uiva teräsbetonilaatta. Massiivisen kantavan laatan paksuus vaihteli 150 – 170mm välillä. Laatan päällä toimi eristeenä yleisimmin lastuvilla. Muita mahdollisia eristeratkaisuja olivat kevytbetoni, kevytsorabetoni, lasivilla, ekspandoitu korkki tai turvekuitulevy. Usein käytetty eristepaksuus oli 100 – 200mm. Eristekerroksen päällä käytettiin valueristettä kuten tervapaperia tai pinkopahvia. Valueristeen päälle on valettu uiva 40mm tai paksumpi teräsbetonilaatta palopermannoksi johon muotoiltiin kaadot mahdollisten sammutusvesien varalta. [11]

4.5 Kattorakenteet

Yleisimmät 1940 - 1960- lukujen kattomuodot olivat harja- ja aumakatto [10]. Käytetyt kattomuodot loivat käyttöullakon mahdollisuuden. Katon kannattimena on käytetty kattotuolirakennetta, yleisin rakenne on niin kutsuttu ”ruotsalainen” kattotuoli eri sovelluksineen [9]. Tässä rakenteessa selkäpuun molemmissa alapäissä konttirakenteena on niin kutsutut ”kämpälät” jotka tukeutuvat ullakon palkistoon. Vinoja selkäpuita yhdistää vaakasuora sentteripuu [9]. Kattotuolien kantavuutta pystyttiin parantamaan erillisillä vaakakaorsilla. Puiden yleisimmin käytetyt koot ovat 4” x 4” - 6” x 6”. Pystytukia on käytetty useasti sydänmuurin kohdalla. Kattotuolit ovat nykynormeihin verrattuna usein alimitoitettuja [9]. Katteen aluslaudoitus tehtiin useasti muotti- ja telinepuutavarasta [10]. Umpikortteleissa räystäät tuli tehdä betonirakenteisina paloturvallisuussyistä [10]. Liitteessä 4 on esitetty esimerkkikohteen A-talon tasokuva vesikattorakenteista ja *kuvassa 2.4* leikkauskuva B-talosta josta käy ilmi kattotuolirakenne.

4.5.1 Katemateriaali

1950-luvun puoliväliin asti yleisin katemateriaali oli savitiili. Savitiilen käyttö pakotti jyökkälappeisten kattomuotojen käyttöön. Harvemmin käytettyjä katemateriaaleja olivat asbestisementtilevy ja kattohuopa. Kattohuopaa käytettiin kuitenkin lähinnä aluskattee-

na. Päreet olivat kaupungeissa palovaaran vuoksi kiellettyjä. 1950-luvun jälkipuolella pelti palasi yleisimmin käytettäväksi katemateriaaliksi. [10]

5 ESIMERKKIKOHTEN RAKENTEELLISET JA ARKKITEHTONISET VAATIMUKSET

5.1 Arkkitehtoniset vaatimukset

Esimerkkikohteen ympäröivä rakennuskanta on iältään, tyyliltään ja käyttötarkoitukseltaan vaihtelevaa. Korttelin 70 arkkitehtuuri ja kattomaailma ei nykyisin muodosta selkeää kokonaisuutta. Kohde sijaitsee Hämeenpuiston valtakunnallisesti merkittävässä rakennetussa kulttuuriympäristössä. ”Hämeenpuisto on kaupunkikuvallisesti merkittävä katutila.” As – Oy Hämeenpuisto 16:sta Hämeenpuiston varrella oleva kiinteistön täydentäminen vaatii erityistä huolellisuutta ja korkeaa laatua. Kaava-alueen yksittäisellä rakennuksella ei ole todettu olevan erityistä arkkitehtonista tai historiallista arvoa. [20]

Hämeenpuiston julkisivulla suositetaan julkisivuissa hillittyä ja ajatonta arkkitehtuuria. Näkyviä elementtisaumojia ei sallita. Hämeenpuistoon rajoittuva lisärakentaminen tulee toteuttaa vähäeleisenä ja ylin lisäkerros tulee toteuttaa sisäänvedettynä. Parvekkeet saa lasittaa. [20]

Vanhojen ullakkotilojen tilalle tuleviin laajennuksiin tavoitellaan laadukasta asumista. Asuntokannan monipuolistamiseksi suositellaan kaksikerroksisia asuntoja. Varastojen ja muiden toisarvoisten tilojen sijoittelua parhaisiin ilmansuuntiin ja näkymiin tulee välttää. [20]

Korottamisen yhteydessä tulee osoittaa, että nykyisten asukkaiden yhteiset tilat ullakolta siirretään muihin kerroksiin. Tekniset laitteet ja varusteet tulee integroida kattomuotoon. Kattolapteen yläpuolelle ei tule sijoittaa teknisiä tiloja kuten ilmastointikonehuoneita. [20]

5.2 Rakenteelliset vaatimukset

Lisäkerroksien rakentaminen edellyttää olemassa olevien rakenteiden kantavuuden, paloturvallisuuden sekä ääneneristykseen tutkimista. Erityisesti kohteen perustusten kantavuuden varmistaminen on oleellista lisäkerroksia suunniteltaessa. [27]

Suomen rakentamismääräyskokoelma (jatkossa RakMk) antaa määräykset ja ohjeet uusien kerrosten rakenteiden mitoituksille. Esimerkkikohteen kaltainen kahden kerroksen korottaminen luetaan uudisrakentamiseksi ja näin sitä koskevat rakentamismääräyskokoelman asettamat säädökset [9]. Tässä käsitellään kantaville rakenteille asetetut palo-

tekniset -, poistumisteitä koskevat - ja ääneneristysvaatimukset. Lisäkerrosten rakenteiden tulee täyttää myös uudisrakentamista vastaavat lämmönläpäisykertoimet sekä yleisen asuntosuunnittelun vaatimukset. Kuormat luvussa käydään lävitse uusien kerrosten aiheuttamien lisäkuormitusten käsittely.

5.2.1 Ääneneristävyysvaatimukset

Rakennuksen ja sen osien ääneneristykseen ja meluntorjunnan määräykset ja ohjeet esitetään Suomen RakMk:n osassa C1. Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten että melu pysyy niin matalana, ettei sille altistuneille aiheudu terveydellisiä haittoja ja antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä inhimillisissä olosuhteissa. [24]

Esimerkkikohteesta asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16:sta on tehty erillinen meluselvitys ennen rakennustoimenpiteitä. Meluselvityksestä käy ilmi, että joillakin korttelin julkisivuilla ulkomelutaso nousee niin korkeaksi, ettei sisämelutason katsota pysyvän tarpeeksi alhaisena tavanomaisella julkisivun ääneneristyksellä. Julkisivut kaipaavat lisääääneneristystä erityisesti tontin 70-2 Hämeenpuiston puolella ja tontin 70-10 Satakunnankadun puoleisella julkisivulla. [23]

Suunnittelussa ja rakentamisessa tulee ottaa huomioon ääneneristykseen lisäksi melun lähteen ja tilojen asettelu niin että meluntorjunta pystytään toteuttamaan. RakMk C1 taulukon 2.1 mukaisesti asuinhuoneen ja sitä ympäröivien tilojen välillä ilmaääneneristävyysluku R_w tulee olla vähintään 55dB. Asuinhuoneen ja toista huoneistoa palvelevan poistumistien välillä ilmaääneneristävyys R_w tulee olla vähintään 39dB. Suurin sallittu askeläänieristävyys $L_{n,w}$ ympäröivien tilojen ja asunnon välillä on 53dB. [24]

5.2.2 Palonsuojaus- ja poistumistiet

Rakennuslain mukaan rakentamismääräyskokoelmia sovelletaan uudis- sekä rakennuslupaa vaativiin muutos- ja korjausrakentamiseen. Rakennusmääräyskokoelman määräyksiä sovellettaessa korjaus- ja muutosrakentamisessa lähtökohtana on, ettei käyttäjän turvallisuutta heikennetä. Jotta voidaan arvioida lisärakentamisen vaikutusta kiinteistön käyttäjän turvallisuuteen, tulee tietää rakennusajan määräykset ja niiden vastaavuus nykyajan määräyksiin. [27]

Lisärakentamisen liittyvistä paloturvallisuusvaatimuksista kannattaa keskustella kaupungin paloviranomaisten kanssa. Paloviranomaisten kanssa yhteistyössä löytyy teknisiä ja rakenteellisia ratkaisuja joilla paloturvallisuutta ei heikennetä. Varsinkin esimerkiksi kaltaisten yli 8-kerroksisten rakennusten suunnittelussa tulee tehdä yhteistyötä sekä rakennus- että paloviranomaisten kanssa.

Esimerkkikohteen palonsuojauksen vaatimuksista on pidetty palaveri projektia suunniteltaessa Tampereen kaupungin rakennusvalvonta- ja paloviranomaisten kesken. Viran-

omaiset eivät vaadi alempien kerrosten kantavien rakenteiden vahvistamista tässä kohteessa. Palonsuojauksen tarve tulee kuitenkin tarkastella aina tapauskohtaisesti.

Sisäministeriö antoi 1962 päätöksen rakennuksen palonkestävyydestä. Päätöksessä rakennukset jaettiin A-, B-, C-, D- ja E-luokkiin joiden paloturvallisuus varmistettiin luokan kuuluvan rakennuksen koon, kantavien- sekä osastoivien rakenteiden, rakennusosien palonkestoajan ja rakennustarvikkeiden luokitusta koskevilla vaatimuksilla. Asuinkerrostalon kuuluivat luokkiin A, B tai C. C-luokassa oli enintään 4-kerrosta tai korkeintaan 14-metriä korkea rakennus. B-luokan rakennukset olivat korkeintaan 28-metrisiä. A-luokkaan kuuluivat loput asuinkerrostalot. Rakennusten pintakerrosten palovaatimukset vaikuttivat myös paloluokkaan, A-luokan ollessa ankarin. Rakennustarvikkeet luokiteltiin neljään luokkaan, joista A-luokkaan kuuluivat paloturvallisimmat materiaalit, jotka eivät syty ja joutuessaan paloon eivät tuota savua tai palavaa kaasua. Rakennusosien luokittelu määräsi materiaaleilla myös palonkestoajan. [27]

Asuinkerrostalojen kantavat ja osastoivat rakenteet olivat A-luokan materiaaleista ja niiden palonkesto aika riippui talon kerrosluvusta. Osastointi tuli muodostaa niin että kellari, ullakko ja asuinhuoneet muodostivat omat osastonsa. [27]

Uusien kerrosten rakentaminen vanhan rakennuksen päälle vastaa paloviranomaisten käsityksen mukaan uudisrakentamista. Käytännössä tämä tarkoittaa uusien asuinkerrosten rakentamista vanhan rakennuksen päälle joka ei täytä paloturvallisuusmääräyksiä. Palotekninen luokka ja palon kesto tulee vastata kerroskorotuskohteessa uuden rakennuksen vaatimuksia. [9]

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta mukaan luokkiin ja lukuarvoihin perustuvat palomääräykset eivät nykyisellään salli puurungon käyttöä kivi-rakenteisen kerrostalon lisäkerroksen rakentamisessa. [22]

Ensimmäisen kerran vuonna 1976 ilmestyneen, jota jälkikäteen on korjattu ja tarkennettu, RakMk:n osan E1 mukaan asuintilojen palokuorma on enintään 600MJ/m^2 . Todelliseksi asuintilan palokuormaksi oletetaan $100 - 200\text{ MJ/m}^2$ [9]. RakMk:n E1 taulukon 3.2.1 mukaan yli 4-kerroksiset asuinrakennukset kuuluvat paloluokkaan P1 ja taulukon 5.2.1 osastointi tulee tehdä huoneittain. RakMk E1 luvun 6 mukaan P1-luokan yli kaksikerroksiset rakennukset eivät saa sortua palo- ja jäähtymisvaiheen aikana. Runkorakenteiden oletetaan kestävän koko tulipalon ajan ilman sammutustoimenpiteitä. Kantavien rakenteiden paloluokka RakMk E1:n taulukon 6.2.1 mukaisesti on R120 yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa, jossa palokuorma alle 600MJ/m^2 . Käytännössä R120 Tarkoittaa, että rakenteiden tulee pitää kantavuutensa 120 minuuttia tulipalossa. Osastoivien rakenneosien vaatimukset esitetään RakMk E1:n taulukossa 7.21. Taulukon 7.2.1 mukaan yli 8-kerroksisen asuinrakennuksen osastoivat rakenteet tulee olla luokkaa EI60. Osastoivien rakenteiden tiiviys ja eristävyys tulee pysyä kunnossa 60 minuuttia

tulipalossa. Lisäksi osastoivissa rakennusosissa vaaditaan käytettävän A2-s1, d0 luokan rakennustarvikkeita, kun kyseessä on yli kaksikerroksisen P1-luokan rakennus. A2-s1,d0 vaatimuksella tarkoitetaan materiaaleja joiden osallistuminen paloon on erittäin vähäistä (A2), materiaalin savuntuotto on rajoitettu (s2) ja palavia pisaroita tai osia ei esiinny. Sisäpuolisten pintamateriaalien vaatimukset saadaan RakMk E1:n taulukosta 8.2.2. Taulukon mukaan P1-luokan asuintilojen pintamateriaalien tulee täyttää D-s2, d2-luokan vaatimukset. Sisämateriaalien tulee tällöin olla materiaaleja joiden osallistuminen paloon tulee olla hyväksyttävissä (D) ja joiden savuntuotto on vähäistä (s2) ja joista muodostuu palavia pisaroita tai osia. Tulipalon leviämisen estämiseksi naapurirakennuksiin tulee tarvittaessa rakentaa palomuurin. P1-luokan rakennuksissa palomuurin tulee tehdä aina A1-luokan materiaaleista ja palonkestoltaan sen tulee olla 120EI-M. Palomuurin tiiviys (E) ja eristävyys (I) tulee pysyä suunnitellun kaltaisena 120 minuuttia tulipalossa ja muurin tulee olla saman aikaa iskunkestävä (M). A1-luokan materiaalit eivät osallistu paloon lainkaan. Vesikaton rakenteille jotka eivät ole rungon olennaisia kantavia rakenteita tai tulipalotilanteessa olennaisesti jäykistäviä rakenteita ei RakMk E1 taulukon 6.2.1 mukaan ole luokkavaatimuksia. Parvekkeiden palonkestovaatimukset ovat puolet kerrosten kantavien rakenteiden vaatimuksista. [25]

Yläpohjan osalta vaaditusta rakenteellisesta kestävydestä paloa vastaan yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa ei ole yksiselitteistä ohjeistusta. Selvää on, että RakMk:n E1 taulukon 6.2.1 mukaan yli kahdeksan kerroksisen rakennuksen kantavilta rakenteilta vaaditaan luokka R120 mutta kuinka ja miltä osin yläpohja tulkitaan kantavaksi rakenteeksi? Käytännössä yläpohja kantaa vain itsensä ja lumikuorman. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E1 taulukon 6.2.1 ohjeena yläpohjarakenteista kantavista rakenteista mainitaan: *”Kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundäärikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiliteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.”* Asian selvittämiseksi konsultoitiin Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitosta. Konsultaation tuloksena päädyttiin että yli kahdeksan kerroksisen rakennuksen yläpohjarakenteilta tullaan vaatimaan luokkaa REI 120.

Paikallinen pelastusviranomainen on vaatinut esimerkkikohteeseen savunpoistojärjestelmän jokaiseen rappukäytävään. Lisäksi jokainen rappukäytävä on varustettava kuivatusjohdolla [25].

Vuoden 1962 määräysten mukaisesti rakennettujen asuinkerrostalojen kantavien- ja osastoivien rakenteiden palomääräykset eivät merkittävästi eroa nykyisistä määräyksistä. Rakennettaessa lisäkerrosten kantavat rakenteet palamattomista materiaaleista voidaan katsoa, ettei paloturvallisuus alemmissa kerroksissa muutu. Nykyiset palomääräykset antavat mahdollisuuden tulkinnalle että rakennusta jossa on kellarin lisäksi kolme tai neljä kerrosta voidaan korottaa käyttäen runkomateriaalina palavia rakennusmateriaaleja, käytännössä puuta. Tässä tapauksessa eristeiden tulee olla palamattomia tai lähes

palamattomia. Mitä todennäköisimmin tulee tapauskohtaisesti pohdittavaksi automaattisen sammutusjärjestelmän rakentaminen palavia materiaaleja käytettäessä korotuskohteen rungossa. [27]

5.2.3 Poistumistiet

Rakennuksesta tulee päästä poistumaan turvallisesti tulipalon tai muun hätätilanteen sattuessa. RakMk E1 kohdan 10.3.1 mukaan rakennuksen osasto, jossa muutoin kuin tilapäisesti oleskelee tai työskentelee henkilöitä, tulee olla kaksi erillistä tarkoituksenmukaisesti sijoitettua uloskäytävää. Yksi uloskäynti sallitaan korkeintaan kahdeksan kerroksissa rakennuksissa, kun käyttötarkoitus on asuinrakennus. Tämän lisäksi tulee olla pelastautumiseksi varatie, josta pelastautuminen onnistuu esimerkiksi palokunnan avustuksella. Varatieksi voidaan lukea tarkoituksenmukainen parveke tai ikkuna. Yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa tulee poistumistienä toimia kaksi erillistä virallista uloskäytävää. RakMk:n kohdan 10.4 mukaan uloskäytävän minimikorkeus on vähintään 2100mm ja minimileveys vähintään 1200mm. Uloskäytävä muodostetaan omaksi palo-osastoksi. P1-luokan yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa uloskäytävän tulee olla palolta suojattu. Yli kaksikerroksisen P1-luokan rakennuksen uloskäytävän porrassyöksyt ja -tasanteet tulee tehdä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista. Porrassyöksyjen ja -tasanteiden tulee täyttää luokan R 30 vaatimukset, kun siihen johtavien tilojen palokuorma on alle 600 MJ/m^2 [25]

5.2.4 Lämmöneristysvaatimukset

Suomen RakMk:n osassa C3 rakennusten lämmöneristysmääräykset 2010 annetaan ohjeistus ja minimivaatimukset uudisrakentamista koskevista lämmöneristysvaatimuksista. Esimerkkikohteen yläpohjan ja ulkoseinien rakenteiden osalta tulee täyttää C3:n asettamat määräykset. C3 kohdan 3.2.1 mukaan ulkoseinän lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja yläpohja $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ikkunat ja ovet tulee olla lämmönläpäisykertoimeltaan parempia kuin $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kohdassa 3.12 mukaisesti rakennuksen vaipan lämpöhäviöt saavat olla 30 prosenttia suuremmat edellä mainituista, jos lämpöhäviö ylitys tasataan pienentämällä rakennuksen vuotoilman tai ilmanvaihdon lämpöhäviötä. [46]

5.2.5 Energiavaatimukset

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennusluvanmukaisessa korjaus- ja muutostöissä tulee parantaa rakennuksen energiatehokkuutta jos se on teknillisesti, taloudellisesti ja toiminnallisesti toteutettavissa. Maankäyttö ja rakennuslakia täydentää Ympäristöministeriön asetus 4/13. Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamisessa korjaus- ja muutostöissä annetaan määräykset ja ohjeistus vaadittavista toimenpiteistä energiatehokkuuden parantamiseksi korjaus- ja muutostyökohteessa.

Korjaus- ja muutostyöhankkeeseen ryhtyvän on rakennuslupa- ja vaadittavissa suunnitelmissa esitettävä kuinka rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan rakennusosittain, -järjestelmittäin tai koko rakennuksessa hankkeen laajuuden mukaisesti. Ympäristöministeriön asetus antaa energiatarkastelulle useita vaihtoehtoja. Vaihtoehdot ja lyhyt selostus toteutusmenetelmistä on esitelty alla olevassa luettelossa. [54]

- *Rakennusosien lämmöneristävyyden parantaminen*
- *Rakennuksen laskennallisen energiakulutuksen pienentäminen*
- *Rakennuksen vuotuisen laskennallisen kokonaisenergian kulutuksen (E-luvun) parantaminen.*
- *Teknisten järjestelmien vaatimukset*

Esimerkkikohteessa uusien kerrosten tulee täyttää kappaleessa 5.2.4. *lämmöneristysvaatimukset*. Koko rakennuksen energiatehokkuus tulee paranemaan muun muassa uuden energiatehokkaamman yläpohjarakenteen vuoksi. Energiatehokkuutta kyetään parantamaan tarvittaessa esimerkiksi alempien kerrosten poistoilman lämmön talteenottojärjestelmällä.

5.3 Kuormat ja vanhojen rakenteiden kantavuus

Rakentaminen rakennetussa ympäristössä edellyttää olemassa olevien rakenteiden ja rakennusten huomiointia. Vanhojen rakenteiden kunto tulee tutkia ennen rakentamistoimenpiteitä. Kerrostalon korottamishankkeen yhtenä tärkeimmistä esitutkimuksista on syntyvien lisäkuormitusten vaikutukset vanhoihin rakenteisiin. Tärkeitä kuormitustarkasteluja ovat rakenteiden oma paino, oleskelukuormat ja lumikuormat. Kuormien tarkastelussa on huomioitava kuormituksia koskevien määräysten muuttuminen. Etenkin lumi- ja hyötykuormien määräykset ovat muuttuneet. Lisäkerrosten rakennesuunnittelussa tulee käyttää nykymääräysten mukaisia suunnitteluarvoja. [27]

Lisärakentaminen ei aina välttämättä tarkoita vanhojen rakenteiden kuormituksen lisääntymistä. Esimerkiksi irtaimistovarastona toimivien ullakkotilojen muuttaminen asuintiloiksi saattaa vähentää kuormitusta.

1973 on tullut ensimmäiset viranomaismääräykset käytettävistä kuormista rakenteiden suunnittelussa. Tällöin annettiin määräykset rakennuksien vähimmäiskuormista. Ennen vuotta 1973 suunnitteluarvoina käytettiin vuodesta 1955 lähtien Rakennusinsinööriyhdistyksen julkaisemia rakenteiden kuormitusmäärityksiä. [27]

Taulukossa 1 on esitetty lumikuorma, asuintilan hyötykuorma ja esimerkkikohteen kaltaisen ullakkokerroksen varastotilojen kuormitusohjeet ja niiden muutokset aikavälillä alkaen 1932 tulleista koko maata koskevista kuormitusnormeista 2010 voimaan tulleisiin eurokoodin mukaiseen ohjeistukseen. Eri aikakausien kuormitusten vertailun avulla

ei voida suoraan verrata rakenteen kestävyyttä eri aikakausien välillä. Rakenteen varmuuden selvittämiseksi tulee selvittää olemassa olevan rakenteen dimensiot ja materiaalit. Eri aikakausien väliset rakenteiden varmuuserot saadaan selvittämällä käytetyt laskentamenetelmät ja osavarmuuskertoimet. Tässä työssä ei perehdytä eri aikakausien välisiin varmuuskertoimiin eikä laskentamenetelmiin.

Taulukko 1 Lumikuormat, asuintilan hyötykuormat ja esimerkkikohteen mukaisten ullakkotilojen kuormitusohjeet 1932 - 2014

	Kuormitusohjeet kN/m ²									
	1932	1941	1955	1969	1973	1976	1978	1983	1998	2010
			RIY A26	RIL 59	SisäMp	RakMK	RakMK	RakMK	RakMK	EC
ullakko Q_k	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5****	1,5	1,5	1,5	1,5	2
asuintila Q_k	2,5**	2***	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2
lumi Q_k	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,75

* Lumikuorma Tampereen alueella

** Puurakennuksissa sallittu 2,0kN/m²

*** Kun välipohja on betoninen ja siinä on yhtenäinen ylä- tai alalaatta

**** Oleskelukuorma luokka 1 (asuinhuoneistojen säilytystilat ullakolla)

Vuonna 1955 Rakennusinsinööriliiton julkaisemien rakenteiden kuormitusmääräykset RIY A26 sisälsivät suunnittelussa käytettävät vähimmäiskuormat. Suunnittelussa käytettävien kuormitusten tuli kuitenkin perustua todellisiin kuormituksiin vähimmäiskuormien ollessa alin mahdollinen suunnitteluarvo. Suunnittelussa käytettävien vähimmäiskuormien tuli käydä ilmi piirustuksissa. [27] [10]

1955 Rakennusinsinööriliiton julkaisussa suunnittelussa käytettävistä kuormituksista oleskelukuorman arvona pidettiin asuinrakennuksissa 2kN/m². Oleskelukuorman katsottiin sisältävän rakennuksessa olevat ihmiset, kaluston, koneiston ja käyttöesineistön. 1969 julkaistussa rakennusinsinööriliiton julkaisussa RIL 59 rakenteiden kuormitusnormeissa oleskelukuormanarvo pienennettiin 1,5kN/m². 1973 Sisäministeriön päätöksellä asetettiin rakenteiden minimikuormitukset. 1973 kuormitusohjeissa sallittiin oleskelu- ja kokoontumiskuormille vähennykset useampikerroksisessa rakennuksessa. Vuonna 1976 julkaistiin ensimmäisen kerran Suomen rakentamismääräyskokoelma. Vielä 1998 voimaan tuleen Suomen rakentamismääräyskokoelman B2 rakenteiden varmuus ja kuormitukset -osan mukaan asuinrakennuksissa laskennassa käytettävä hyötykuorman tulee olla 1,5kN/m². Eurokoodin osan 2 (myöhemmin EC2) mukaisessa mitoituksessa on palattu takaisin 2,0kN/m² – kuormitukseen [29]. [27] [17]

Lisäkerrosten muodostamat kuormat koostuvat uusista hyötykuormista, uusien rakenteiden omasta painosta ja luonnon aiheuttamasta kuormituksesta sekä kuormitusta koskevien ohjeistuksen ja määräysten muuttumisen vaikutuksesta. Toisaalta kuormitukset saattavat laskea muun muassa mahdollisen palopermannon purun ja ullakkotilojen käyttötarkoituksen muuttuessa. Hyötykuormat muodostuvat tiloissa olevista tavaroista ja oleskelusta. Rakenteiden muodostamat omat painot riippuvat käytettävästä rakennusma-

teriallista ja niiden dimensioista. Luonnon vaikutuksesta rakenteisiin muodostuu kuormitusta lumen ja tuulen vaikutuksesta.

Insinööri- ja arkkitehtitoimisto Huura Oy on tehnyt esimerkkikohteeseen kenttätutkimuksia. Kantavuustarkastelujen perusteella vanhat kantavat pilarit kestävät niille tulevan noin 9% lisäkuormituksen. Huura Oy:n tekemän raportin mukaan ullakon vanhan lattian kuormituksen ei todeta kasvavan lisärakentamisen johdosta. Ullakon purettavan kantavan betonin päällisen kevytsoralämmöneristeen ja betonisen palopermannon katsotaan kuormittavan nykyistä yläpohjaa $3,2\text{kN/m}^2$. Esimerkkikohteen rakentamisajankohdan mukaisen ullakkotilan hyötykuormana pidettiin $1,5\text{kN/m}^2$ joka on $0,5\text{kN/m}^2$ vähemmän kuin nykyinen eurokoodin mukainen asuintilan hyötykuorma on. Alla on esitetty ullakon lattian purkujen sekä hyötykuormituksen muuttumisen myötä ”vapautuva” kuormituskapasiteetti. [48]

Betoninen palpermanto 100mm	$2,4\text{kN/m}^2$
Lämmöneriste kevytsora 200mm	$0,8\text{kN/m}^2$
+ Hyötykuorma 1955 mukaan	$1,5\text{kN/m}^2$
	$4,7\text{kN/m}^2$
- Hyötykuorma 2010 EC2 mukaan	$2,0\text{kN/m}^2$
	$2,7\text{kN/m}^2$

Perustusten osalta Huura Oy on tutkinut yksittäisen pilarianturan rakenteellista kestävyyttä sekä maapohjan kantokykyä. Lisäksi on tarkastettu ulkoseinäanturan pohjapaine. Kantavuustarkastelut on tehty EC2:n mukaisesti. Perustusten kantavuuden määrittämisen tueksi kohteeseen on teetetty painokairauksia joiden perusteella rakennukset on perustettu louheen tai kallion varaan. Painokairausraportissa kehoitetaan toteuttamaan kohteessa porakonekairaus perustusten kantavuuden vaatiessa lisäkapasiteettia. Mahdollinen lisäkapasiteetti voi olla 2-10 -kertainen. Pilarianturan alla vallitsevaksi pohjapaineeksi on saatu $533,6\text{kN/m}^2$ ja seinäanturan alle $529,7\text{kN/m}^2$. Alkuperäisissä suunnitelmissa anturoiden pohjapaineeksi on sallittu 450kN/m^2 . Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella voidaan sallia 550kN/m^2 . Huura Oy:n tekemässä raportissa todetaan anturoiden ja maapohjan kantokyvyn johdosta mahdollinen lisärakentamisen rajoittuminen. [49] [48]

Alkuperäisten suunnitelmien mukainen perustusten sallittu pohjapaine:	450kN/m^2
Tutkimusten mukainen perustusten nykyinen pohjapaine	530kN/m^2
Tutkimusten mukainen sallittu perustusten pohjapaine	550kN/m^2

5.3.1 Betoninormit 1950- ja 1960 luvulla

1950-luvulta alkanut betonin yleistynyt käyttö rakentamisessa loi tarpeen luoda ja kehittää alan normistoa. Erityisesti 1960-luvulla betoninormiston kehittäminen oli voimakasta, johtuen muun muassa betonielementtitekniikan yleistymisestä ja kehittymisestä. [17]

Vuoden 1954 betoninormit on julkaistu valtioneuvoston päätöksessä. Muutoksena aikaisempaan normistoon olivat mahdollisuus siirtyä mitoituksessa varmuuskertoimien käyttöön eli rajatilamenetelmään. Aikaisempaan mitoitusmenetelmään käytettiin niin kutsuttua sallittujen jännitysten menetelmää. Muita muutoksia olivat raudoittamattoman seinän käyttö, harjaterästen tulo käytettäväksi teräslaaduksi ja betonin selvä lujuusluokittelu. Lujuusluokittelun myötä pyrittiin varmistamaan myös työnlaatu. Säästökivien käyttö oli sallittua enää piirustuksissa erikseen mainituissa paikoissa. 1954 mukaisen normiston mukaan vetoteräksinä toimivien sileiden terästen päät tuli taivuttaa ankkuroinnin varmistamiseksi. Vastaavasti harjaterästen ankkurointi varmistettiin viemällä teräksen pää 15 kertaa teräksen halkaisijan verran momenttipinnan ylitse. Teräksille sallittiin 15-kertainen betonin puristusjännitys eli vain 60-120MN/m². Tämä perustui käytettävään kimmoteoriaan joka ei huomionnut betonin virumaa. Todelliset jännitykset olivat tällöin usein myötörajaa hipovia. 1954 betoninormeissa esitettiin yksityiskohtaisia suunnittelu- perusteita muun muassa palkeille, laatoille, pilareille ja seinärakenteille. Muun muassa betoni- ja teräsbetonirakenteiden ulkoseinärakenteen paksuudeksi määrättiin vähintään 150mm. Lisäksi 1954 normi kiinnitti huomiota teräksiä suojaavaan betonipeitteen paksuuteen raudotteiden ruostumisen estämiseksi. [17]

Valtioneuvosto antoi vuonna 1965 uudet määräykset koskien betoni- ja teräsbetonirakenteita. Oleelliset asiamuutokset koskivat betoniterästen luokituksia, betonitöiden työnjohtoa, betonin kelpoisuutta ja laadunvalvontaa. Uutena 1965 normeissa oli valmisbetonia koskevat määräykset. Lisäksi erityisesti betonipilarien ja seinärakenteita koskeviin määräyksiin tuli tarkennuksia. Betonilaatuja koskevat yksityiskohtaiset laatuvaatimukset esitettiin SFS-standardeissa jotka Suomen betoniyhdistys ry hyväksyi. Betonityönjohtoon merkitystä tehostettiin ja vaadittiin erityinen betonityönjohtaja vaativien betonirakenteiden toteutuksessa. [17]

Seuraavan kerran betoninormeja korjattiin vuonna 1967. Vuoden 1965 normien tekniisiin vaatimuksiin ei juuri tullut korjauksia. Korjatun normin suurimmat muutokset koskivat tarkastavien viranomaisten tehtäviä ja velvollisuuksia selvennettiin. Lisäksi täsmennettiin rakentajan ilmoitusvelvollisuutta rakennustarkastajalle. [17]

5.4 Yleinen asuntosuunnittelu

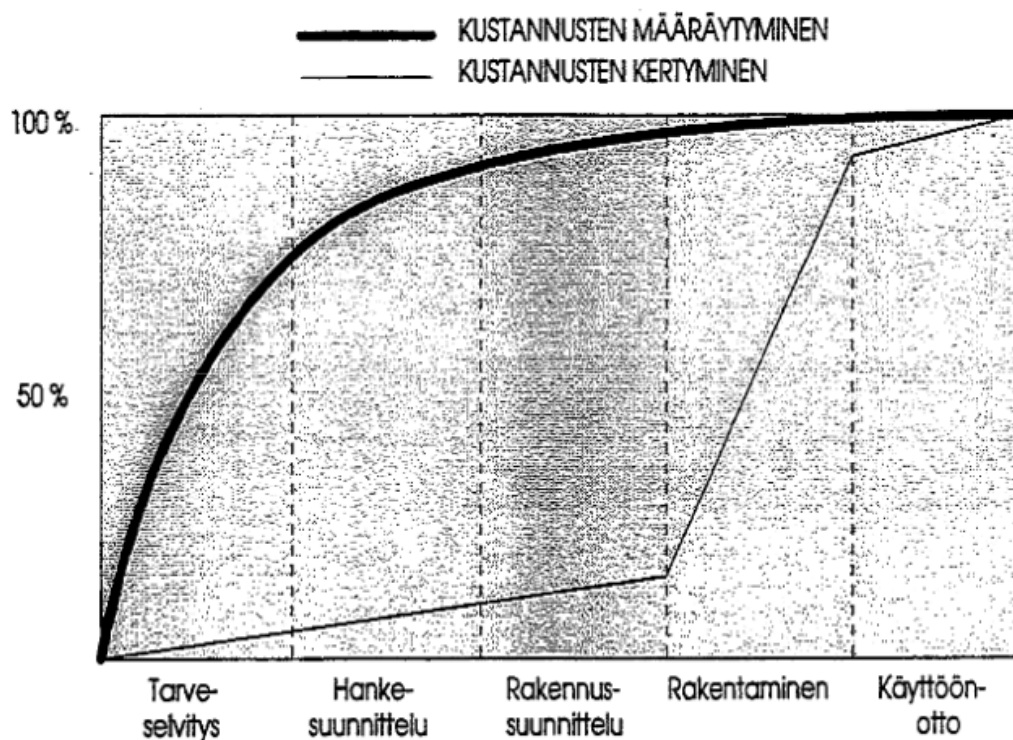
Suomen rakentamismääräyskokoelman osan G1 Asuntosuunnittelu saattaa asettaa lisärakentamiselle rajoitteita. RakMk:n G1 mukaan huonekorkeuden tulee pääsääntöisesti

olla vähintään 2500mm, jokaisessa asuinhuoneessa tulee olla ikkuna jonka vähimmäisala on 10 % huoneen alasta ja asumista palveleviin tiloihin tulee olla esteetön kulku. Rakentamismääräyskokoelman G1 määräykset ja ohjeet tulee huomioida asuinhuoneistojen lisärakentamisessa. [30]

6 RAKENNUSHANKKEEN SUUNNITTELUN OHJAUS JA TUOTANNON SUUNNITTELU

6.1 Suunnittelunohjaus

Suunnittelunohjauksella käsitetään suunnittelijoiden ohjeistamista tavoitteiden mukaisen ja keskenään yhteensopivien suunnitteluratkaisujen saavuttamiseksi. Suunnittelunohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessi johtaa asetettuihin tavoitteisiin ja tuottaa toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti ja laadullisesti hyväksyttävät suunnitelmat [32]. Suunnitelmien kehittäminen on tilaajan ja suunnittelijan yhteistyötä, jota tilaajan kannalta kutsutaan suunnittelun ohjaukseksi [54]. Suunnittelun ohjaus vaatii korkeatasoista ja laaja-alaista osaamista. Toimiva ja onnistunut suunnittelunohjaus perustuu teknisen osaamisen ja kokonaisuuden hallintakyvyn lisäksi osaavaan henkilöjohtamiseen. Suunnittelunohjaus asetetaan usein sylliseksi epäonnistuneessa projektissa. Hankkeen suunnittelunohjausvaiheessa sitoutetaan projektin kustannuksista merkittävä osa. Kuvassa 8.1 on esitetty kustannusten sitoutuminen ja kertyminen hankkeen eri vaiheissa. [33]



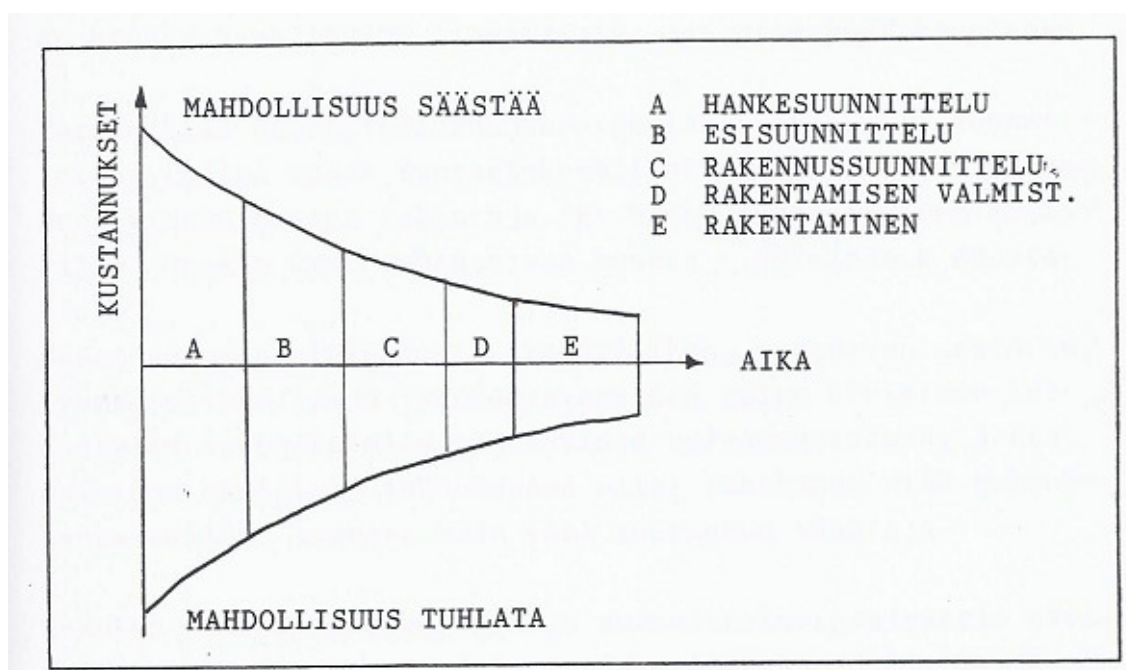
Kuva 6.1 Kustannusten sitoutuminen ja kertyminen rakennushankkeessa [34]

Korjauskohteen rakennuttamisessa korostuu hankkeen ohjaustarve uudisrakentamista enemmän. Ohjaustarvetta kasvattaa rakentamisen osapuolten rutiinin puute korjaustoinnista. [43]

Suunnittelunohjauksella pyritään edistämään kohteen tuotantotoimenpiteitä. Tuotantotoimenpiteiden edistämistä pystytään parantamaan hyödyntämällä aikaisempaa toteutuskokemusta varhaisessa suunnitteluvaiheessa, kiinnittämällä huomiota erikoisiin suunnitteluratkaisuihin, etsimällä vaihtoehtoisia ratkaisuja ja käyttämällä usein käytettyjä detalleja ja mallirakenteita. [33] Tuotantovaiheessa suuret linjaukset projektin laadun, laajuuden ja ajoituksesta on tehty eikä niihin kyetä enää vaikuttamaan muilla kuin valittavilla tuotantoratkaisuilla, kuten kone- ja menetelmävalinnoilla sekä toteutusjärjestyksellä – ja aikataululla [54].

Perinteisesti rakennushanke jaetaan kuvan 8.1 mukaisesti viiteen vaiheeseen: tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, rakennussuunnittelu-, rakentamis- ja käyttöönottovaihe. Kunkin vaiheen tuotokset palvelevat seuraavaa vaihetta. Täten voidaan katsoa, että mitä lähemmäksi päästään hankkeen loppua sitä vaikeampaa ja vähäisemmät mahdollisuudet on vaikuttaa projektin onnistumiseen suunnitelmallisesti. [35] Kuvassa 8.2 on esitetty projektin kustannusvaikutusmahdollisuudet hankkeen eri vaiheissa.

Rakennusliikkeen intressit suunnittelunohjauksessa ovat pääsääntöisesti tuotantotaloudelliset. Rakennesuunnittelun tavoitteena on kestävä, viranomais määräykset täyttävä ja toimiva rakenne. [36] Onnistunut suunnittelunohjaus pystyy yhdistämään kummankin osapuolen tavoitteet.



Kuva 6.2 Projektin kustannusvaikutusmahdollisuudet hankkeen eri vaiheissa [36]

6.2 Suunnittelunohjaus rakennesuunnittelussa

Rakennesuunnittelunohjauksen merkitys korostuu muistettaessa, että rakennuksen runkokustannusten osuus kokonaiskustannuksista vaihtelee rakennustyyppistä riippuen 20 % - 100 %. Lisäksi rakennesuunnittelija vaikuttaa rungon kustannuksiin ratkaisuihlaan 20 %. Arkkitehtonisesta ja rakenteellisesta haastavassa kohteessa rakennesuunnittelijan asiantuntemusta tulee hyödyntää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Rakennesuunnittelijan osaamista tulee käyttää hyväksi perustuksia, runkovaihtoehtoja ja materiaalkysymyksiä suunniteltaessa sekä varsinkin jos kohde tulee käsittämään tavanomaisista rakenteista poikkeavia erikoisrakenteita. Rakennesuunnittelijan varhaisella mukana ololla voidaan välttää suunnitelmamuutokset. [36]

Tämän työn suunnittelunohjaus keskittyy rakennesuunnittelun kanssa tehtävään yhteistyöhön ja tuotantomenetelmävalintojen vertailuun.

6.3 Tuotannonsuunnittelu

Rakennustuotannonsuunnittelulla pyritään määrittämään rakennushankkeen ja siinä suoritettavien tehtävien kokonaisuuden kannalta taloudellisesti edullisimmat tuotantomenetelmät ja resurssivalinnat. [31] Rakennushankkeen tuotannonsuunnittelu voidaan jakaa tarkkuutensa ja suunnitteluajankohtansa mukaa neljään eri ryhmään: alustavaan tuotannonsuunnitteluun, yleissuunnitteluun, rakentamisvaiheiden tuotannon suunnitteluun ja viikoittaiseen työnsuunnitteluun. Rakennushankkeen tuotannonsuunnittelun tulee olla tarkentuvaa ja jatkuvaa. Alemman tason suunnitelmat tarkentavat ylemmän tason suunnitelmia. [37]

Korjausrakentamisen toteutus tehdään olemassa olevan rakennuksen ehdoilla. Tällöin järkevät päätökset toteutusmuodosta, toteutusmenetelmästä, toteutusajankohdasta ja sopimusmuodosta ovat tärkeitä. Korjausrakentamisen asukasystävällisyyttä arvioitaessa huomio kiinnittyy työmaalla käytettäviin menetelmiin. Menetelmät ja toteutuksen perusta luodaan tuotannonsuunnittelussa. [43]

Tuotannonsuunnittelu voidaan jakaa suunnittelun sisällön mukaan kolmeen eri kategoriaan: ajallinen suunnittelu, taloudellinen suunnittelu ja tuotannon yleinen suunnittelu. Ajallinen suunnittelu sisältää työvaiheikataulujen laadinnan ja niihin liittyvät resurssien suunnittelun. Hankkeen tavoitearvio sekä työmenetelmien kustannusvertailut sisältyvät taloudelliseen suunnitteluun. Tuotannon yleiseen suunnitteluun kuuluvat muun muassa työmaan aluesuunnitelma, turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat ja laatusuunnitelmat. [31]

Tuotannonsuunnittelun valvonta ja ohjaus tapahtuvat tuotannon aikaisilla kokouksilla, palaverilla, katselmuksilla ja tarkastuksilla. Työmaan aikana järjestettäviä kokouksia

ovat muun muassa työmaakokoukset, urakoitsijapalaverit, viikkopalaverit ja rakentamisvaihepalaverit. Katselmukset ja tarkastukset jakautuvat sekä sopijaosapuolten väliin että viranomaisten suorittamiin. [31]

Päätettäessä ryhtyä hankkeeseen kannattaa yleissuunnitteluun ja rakentamisen aikaiseen rakentamisvaiheisen tuotannonsuunnitteluun sisällyttää yhteistoiminta hankkeen suunnittelunohjauksen ja suunnittelijoiden kanssa. Rakenne- ja menetelmävalintoja suunniteltaessa tulee tarkastella niiden toimivuutta ja muun muassa asennusmahdollisuuksia yksittäisen työmaan näkökulmasta.

Työmaan ja suunnittelijan välinen yhteydenpito sekä tuotannon ja suunnittelijan välisten ongelmien määrä ja laatu riippuvat oleellisesti suunnittelijan ja työmaan keskinäisestä suhteesta sekä ammattitaidosta. Rakentamisvaiheen aikaista rakenne- ja menetelmävalintojen iterointia helpottaa suunnittelijan ammattitaito ja aikaisempi yhteistyö urakoitsijan kanssa. [36]

Rakennesuunnittelijan kohteelle ja urakoitsijalle ominaisen tuotantoteknisen ja -taloudellisen informaation saaminen on ensisijaisen tärkeää toteuttaakseen suunnittelun ja tuotannon ohjaamia suunnitelmia. Työmaan ja suunnittelunohjauksen tulee käydä suunnittelijan kanssa yksityiskohtaisesti lävitse toivomukset rakenteiden tuotantotavoista sekä käytettävästä työmaatekniikasta. [36]

6.4 Rakenneratkaisujen haku ja valinta

Rakenneratkaisujen valintaan tulee panostaa resursseja kun rakenne on kustannuksiltaan merkittävä, rakenne toistuu useasti kohteessa, vakioratkaisut ja mieltymykset sitä edellyttävät, rakenne on harvinainen ja / tai rakenteen merkitys rakennejärjestelmässä merkittävä. Esimerkkinä rakennuksen runkojärjestelmän rakenneratkaisujen valintaan kannattaa käyttää aikaa ja resursseja. Runkojärjestelmä määrää suuren osan koko projektin kustannuksista. Alla on esitetty lähteestä [36] muokattu listaus rungon rakenneratkaisuja valittaessa huomioitavia lähtökohtia. [36]

Rungon rakenneratkaisua valittaessa tulee huomioida seuraavat lähtökohdat:

- *Kunnalliset ja viranomaisten asettamat rajoitukset ja määräykset*
 - Viranomaismääräykset
 - Kaavoituksen asettamat rajoitukset ja vaatimukset
 - Tarvittava yhteydenpito rakennusvalvontaviranomaisiin
- *Tekniset rajoitteet ja mahdollisuudet*
 - Rakennuspaikka ja maapohjan kantavuus
 - Rakennuksen koko, muoto, käyttö ja laatu

- Materiaalien saatavuus
 - Arkkitehtuurin ja talotekniikan vaatimukset
- *Projektiorganisaatiosta ja / tai projektin ajoituksesta peräisin olevat valintakriteerit*
 - Käytettävissä oleva aika, suunnittelu- ja rakentamisresurssit
 - Rakentamisolosuhteet kuten vuodenaika ja taloudellinen tilanne
 - Urakoitsijan, rakennuttajan ja käyttäjän intressit
 - Alihankkijoiden osaaminen ja saatavuus

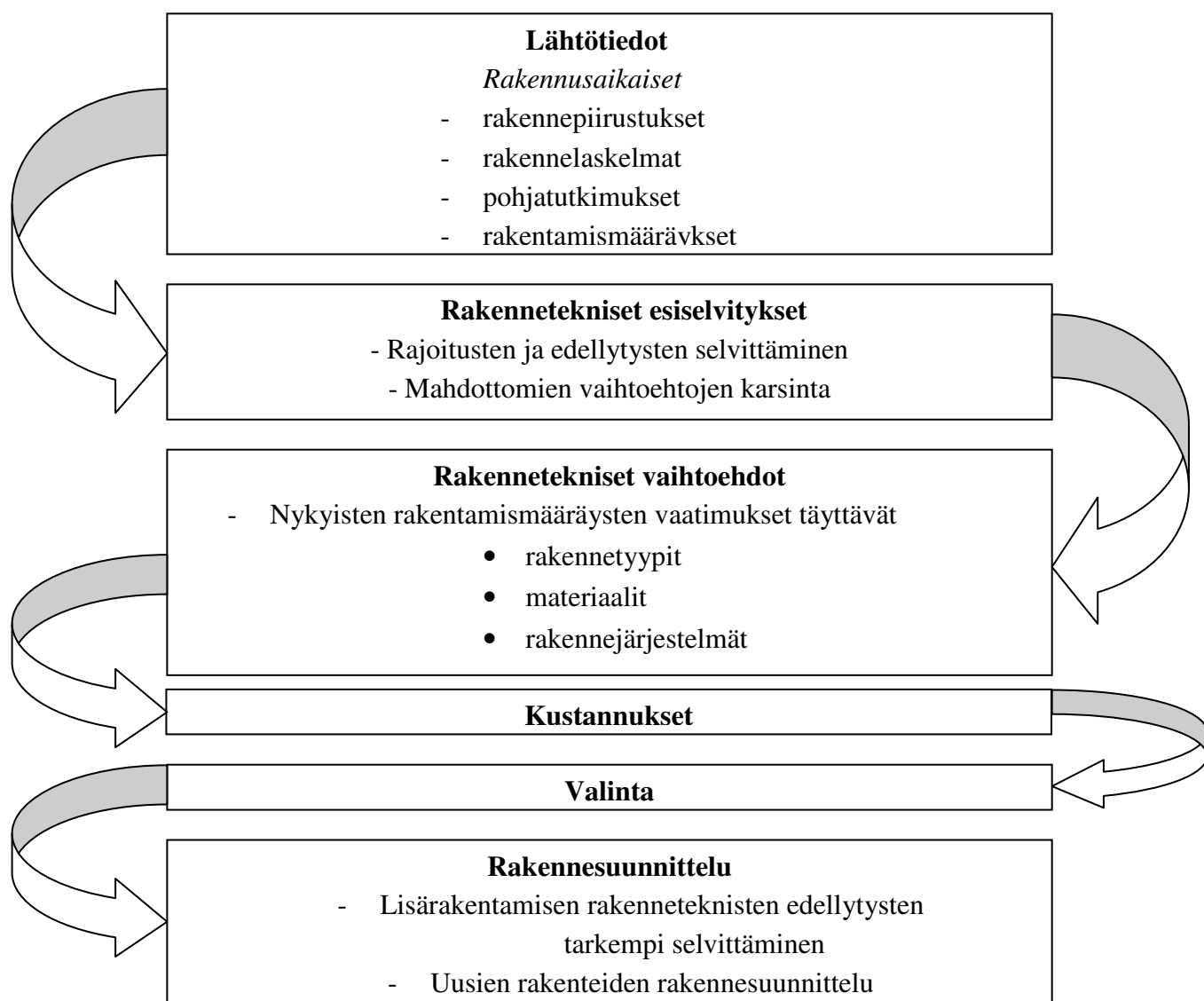
Lisäksi lähteen [36] mukaan tulee huomioida mahdolliset valtiovallan tukitoimet ja saatavat avustukset. Ennakkoasenteiden vuoksi ei tule karsia mitään vaihtoehtoja pois. Valittujen päätösten tulee olla hyvin perusteltuja.

Kohteessa mahdollisten rakenneteknisten vaihtoehtojen tuottamisen jälkeen esitetään rakennetyyppejä ja – malleja, joiden perusteella voidaan laskea vaihtoehdolle kustannukset [27]. Tuotantoteknisten ja taloudellisten vertailujen optimointi- ja vertailulaskelelmien tekeminen on hyvin vaativaa edellä kirjatusta listasta havaittavan asian moniulotteisuuden vuoksi. Kustannuksia vertaillen laskelmien tulee olla vertailukelpoisia keskenään. [36] *Kuvassa 6.3* on lähteestä [27] muokattu kuvaaja lisäkerrosten lisärakennusmahdollisuuksien selvitysmenettelyn liittyminen laskentamalliin. Tämän diplomityön tarkoituksena on tuottaa rakennesuunnittelijan kanssa yhteistyössä tuottamien esiselvityksien pohjalta erilaisia mahdollisia rakenneteknisiä vaihtoehtoja joista pyritään valitsemaan kustannusvertailujen avulla esimerkkikohteen lisäkerrosten korotusrakenne.

Vaihtoehtojen haussa ja valinnassa tulee kiinnittää huomiota siihen, että ratkaisujen haku on aktiivista sekä suunnittelun että tuotannon puolelta. Tuotantomenetelmien ja rakennevaihtoehtojen edullisuus ja toimivuus on urakoitsija- ja työmaakohtaista. Tuotantomenetelmän työturvallisuus tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

6.5 Lisäkerrosten rungon rakenneratkaisut

Runkorakenteen tuotantomenetelmien ja materiaalin valintaan vaikuttavat kappaleessa 5. *Esimerkkikohteen arkkitehtoniset ja rakenteelliset vaatimukset* ja kappaleessa 4. *Vanhat rakenteet, järjestelmät ja kerrostalon korottaminen* lävitse käydyt erityispiirteet. Tuotantomenetelmien valintaan tulee edellä mainittujen lisäksi vaikuttamaan kappaleessa kahdeksan esitetyt suunnittelun ohjauksen taustalla olevat syyt. Tuotantomenetelmän valinta tulee tarkastella kokonaisvaltaisesti ottaen huomioon useita eri tekijöitä.



Kuva 6.3 Lisärakentamisen rakenne- ja kustannussuunnittelun kulku.
Muokattu lähteestä [27]

7 RUNGON RAKENNETEKNISET VAIHTOEHDOT

7.1 Runkojärjestelmä

Rakennus voidaan jakaa runkoon ja sitä täydentäviin rakenteisiin. Täydentäviin rakenteisiin voidaan lukea muun muassa pintarakenteet, kalusteet, varusteet, laitteet ja talotekniikka. Rungoksi sanotaan perustusten yläpuolista, kuormia kantavaa ja rakennusta jäykistävää rakennekokonaisuutta. Rungon päätehtävänä on siirtää riittävällä varmuudella sallituissa rajoissa muotoaan muuttaen kaikki rakennukseen muodostuvat kuormat perustuksille. [44]

Lisäkerroksen kuormat siirretään talon olemassa oleville kantaville rakenteille joko pilari – palkkijärjestelmällä, kantavilla seinillä tai näiden yhdistelmällä. Pilari – palkkirakenteessa palkit sijoittuvat rakennuksen pitkän sivun suuntaisesti ja pilarit välittävät palkkien tuomat kuormat vanhoille kantaville seinärakenteille. Periaatteessa kantava runko voi olla terästä, betonia tai puuta. Puun käytöstä kantavissa rakenteissa tulee keskustella alueen palo- ja rakennusvalvontaviranomaisen kanssa ennen sen käyttöä. Käytännössä kuitenkin esimerkkikohteessa puinen runko lisäkerrokseen ei tule kyseeseen rakennuksen korkeudesta johtuen.

Kantavien seinien käyttö lisäkerrosten kantavina rakenteina vaatii uusien seinien asettelun alempien kerrosten kanssa samoille seinälinjoille. Kantavien seinien käyttö edellyttää seinien yläpään muotoilun katon kaatojen suuntaisesti. [27] Uusien seinälinjojen ollessa eri linjalla vanhojen seinien kanssa voidaan mahdollisesti käyttää seinämäisiä palkkeja.

7.2 Rakennustekniikka

Lisärakentamisen tapahtuessa rakennuksessa, jossa käyttäjä toimii välittömässä läheisyydessä, tulee käytettävä rakennustekniikka suunnitella niin, ettei käyttäjän toiminta häiriinny tarpeettomasti. Käyttäjän kannalta paras vaihtoehto on että rakennustoimenpiteet tapahtuvat nopeasti ja vanhoihin rakenteisiin kosketaan mahdollisimman vähän.

7.2.1 Esivalmistusaste

Esivalmistusasteella tarkoitetaan rakenneosien valmiusastetta niiden tullessa työmaalle. [40] Rakennusosien esivalmistusaste laskee rakentamistoimenpiteiden tarvetta työmaal-

la ja näin edelleen vähentää rakentamisaikaa. Esivalmistusastetta voidaan käyttää hyväksi muun muassa käyttämällä tilaelementtejä tai elementtirakenteisia seiniä, pilareita ja palkkeja. Tilaelementit vaativat alapuolelleen jonkinlaisen arinarakenteen, jonka välityksellä kuormat siirtyvät kantaville rakenteille. Paikalla rakentaminen pidentää rakentamisaikaa samalla asukkaille syntyvät häiriöt kasvaa.

Elementtirakentamisen ja rakenteiden esivalmistusasteen nousun myötä on työmaalla toteutettaviin toimenpiteisiin saatu etuja. Työmaalla tehtävät toimenpiteet ovat nopeita. Etenkin esivalmistusasteen, yksinkertaisten ja toistettavien liitosratkaisujen sekä kuivat rakentamisolosuhteet vaikuttavat työmaalla kestäviin rakentamistoimenpiteisiin. Teolliset komponentit takaavat paremman ja helpomman laadunvalvonnan. Laadunvalvonnan toteuttaminen tehdasolosuhteissa on työmaaolosuhteita helpompaa. Komponenttien mittatarkkuus paranee tehtaassa valmistuksen myötä. Rakenteiden kokoaminen työmaalla helpottuu mittatarkkuuden kasvaessa. Rakennusmateriaalien käyttö tehostuu ja hukan määrä vähenee esivalmistusastetta nostettaessa. [41]

Suunnittelulla pystytään nostamaan rakenneosien esivalmistusastetta. Esimerkkikohteessa rakennuksen jatkuva sääsuojaus, niin purku- kuin uusien rakenteiden asennusajankana, on yksi tärkeimmistä ennalta suunniteltavista tuotantoon vaikuttavista asioista. Väliaikaisen sääsuojauksen alle rakennetaan säänpitävä vesikate ennen väliaikaisen suojauksen poistoa. Mahdollisimman pitkälle viety yläpohjan esivalmistusaste lyhentää sääsuojauksen käyttöä ja edelleen laskee suojauksesta muodostuneita kustannuksia.

7.3 Korotusrungon rakenteiden ja rakennusmateriaalien vertailu

Lisäkerroksen runko välittää uusien kerrosten ja vesikaton kuormat vanhojen kerrosten rungolle, joka edelleen välittää kuormat perustusrakenteille. Lisäkerrosten rungon toteutuksen mahdollisten materiaalin vaihtoehtojen valintaan vaikuttavat *kuvassa 6.3* esitetyn mukaisesti kohteen lähtötiedot, esitutkimukset sekä rakenneteknisten esiselvitysten tulokset. Rakenneteknisten esiselvittelyjen perusteella saadaan olemassa olevien perustusten ja runkorakenteiden mahdollinen lisäkuormituskapasiteetti selville. Lisäkuormituskapasiteetin puuttuessa tutkimusten avulla saadaan pohjatietoa kantavien rakenteiden vahvistamiseksi. Rungon materiaalivalintoihin vaikuttavat rakentamisajankohdan mukaiset määräykset ja lait. Määräyksistä huomioitavia ovat etenkin rakenteiden kantavuuden, ääneneristävyyden ja palon kannalta asetetut määräykset. Vanhojen rakenteiden sallimien kuormitusten ja rakentamismääräysten mukaisten palo- ja äänitekniikan lisäksi runkomateriaalin valintaan vaikuttavat yksittäisen rakennushankkeen ominaispiirteet kuten arkkitehtisuunnittelun asettamat rajaehdot sekä rakennuskohteena oleva kiinteistön sijainti ja korkeus.

Käytännössä rungon ja runkoa täydentävinä materiaaleina voidaan kerrostalon korottamisessa käyttää joko erikseen puuta, betonia, kiviainesjohdannaisia materiaaleita, terästä tai joitakin näiden yhdistelmämuotoa kuten teräksen ja betonin liittorakennetta. Kulakin materiaalilla on sille ominaiset edut ja haitat.

7.3.1 Puu

Paloturvallisuus asettaa puun käytölle rajoitteita korkeissa kerrostaloissa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 2011 uudistuksen myötä puuta voidaan käyttää runkomateriaalina kaikissa paloluokissa enintään 2-kerroksisissa rakennuksissa ja P2-paloluokassa myös 3-8 – kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa. Puun käyttö yli 2-kerroksisten rakennusten runkomateriaalina edellyttää automaattista sammutuslaitteistoa. [26]

Puuninfon 13.4.2014 julkaiseman teknisen tiedotteen mukaan esimerkkikohteen korottaminen puurunkoisena on nykyisten määräysten vastaista. Tiedotteessa sanotaan yksiselitteisesti, että puuta voidaan käyttää lisäkerroksen rakentamisessa enintään seitsemän kerroksisessa talossa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että seitsemän kerroksista rakennusta pystytään korottamaan yhdellä puurunkoisella kerroksella. Esimerkkikohteen A-talossa korotettavat kerrokset ovat 8 ja 9. B-talossa korotettavat kerrokset ovat 9 ja 10. Tästä johtuen ei voida harkita puun käyttöä esimerkkikohteen kantavassa rungossa.

Yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa puun käyttö rajoittuu ei-kantaviin ulkoseiniin kun eristeenä käytetään A2-s1, d0 – luokan eristeitä. Asuntojen sisäisissä ei-kantavissa seinissä voidaan käyttää puurunkoa pinnoitemateriaalien täyttäessä vaatimus D-s2, d2. [25]

Puun eduiksi voidaan laskea hyvä saatavuus, materiaalien keveys ja työstettävyyden helppous sekä muita materiaaleja pienempi hiilijalanjälki. Lisäkerroksia toteutettaessa puusta varteenotettavia menetelmävaihtoja ovat muun muassa korkean esivalmistusasteen suurelementit ja tilaelementit. Suurelementeissä lisäkerrosten seinät ovat joko ranka- tai CLT -runkoisia puuelementtejä. Elementit voivat olla joko kantavia tai ei-kantavia.

25.9.2014 julkaistussa Aamulehden puukerrostalojen elementtirakentamista käsittelevässä artikkelista käy ilmi, että puuelementeistä rakentaessa asuinkerrostalo on noin 10 % kalliimpi kuin vastaava betonielementtirakenteinen rakennus, mutta toisaalta nopeampi rakentaa. Saman artikkelin mukaan puurakenteisen asuinkerrostalon kustannuksia lisää asutokohtainen sprinkler-järjestelmä noin sadalla eurolla per neliömetri.

Puurakenteisten lisäkerrosten jäykkyyden saavuttamiseksi ulkoseinissä tarvitaan joko jäykistäviä levytyksiä tai diagonaalijäykisteitä. Huoneistojen väliset seinät ovat joko CLT -elementtejä tai kaksoisrunkoisia rankaelementtejä. Yläpohja on järkevä toteuttaa

puuelementteinä, jotka tukeutuvat kantaviin seiniin tai pilari- palkkirunkoon. Kerrostalon korotus puurakenteilla on mahdollista puisilla tilaelementeillä. Tilaelementtien etuna ovat asennusnopeus, joka tuo taloudellista hyötyä. Pitkälle viety esivalmistusaste parantaa rakennusaikaisen kosteuden hallintaa. [41]

Puurakennejärjestelmän keskeisiä suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat välipohjien jännemitat, puurakenteiden paksuudet, kantavien linjojen sijoittelu ja eri rakennemateriaalien erilaiset painumaerot. Puurakenteilla saatavat suurimmat välipohjien jännemitat ovat 6 – 7-metriä. Jännemitan lyhyydestä johtuen tarvittavien kantavien linjojen määrä on suurempi kuin esimerkiksi ontelolaatastorakenteilla. Puurakenteiden paksuudet poikkeavat muista materiaaliratkaisuista. Hyvin ääntä eristävät väliseinät ja välipohjat ovat samaa ääneneristysluokkaa vastaavaa teräsbetonirakennetta paksumpia. Vastaavasti samaa energiatehokkuutta oleva puurakenteinen ulkoseinä voi olla betonirakenteista ohuempi. Kantavien puurakenteiden paksuus vaikuttaa rakennuksesta saatavaan hyöty-pinta-alaan sekä kerroskorkeuteen. Eri rakennemateriaaleja sekoitettaessa on huomioitava näiden erilaiset painumaerot rakennuksen käytön aikana. Esimerkiksi liitettäessä puurakenteita betoniin porraskäytävärakenteisiin tulee liitosten toimivuus suunnitella sekä painumisen että painumaerot sallivaksi. [41]

Puukerrostaloissa yleisimmin käytettävä rakennejärjestelmä on niin kutsuttu *kantavat seinät-järjestelmä*. Järjestelmässä kantavina rakenteina toimivat seinät, joille vaakarakenteiden kuormat johdetaan. Järjestelmä voidaan toteuttaa joko rankarakenteisena tai massiivipuiseana. Kantavina seininä yleisesti pidetään rakennuksen ulkoseiniä sekä huoneistojen välisiä seiniä. *Pilari-palkkijärjestelmässä* rakennuksen rungon muodostavat liima- tai kertopuiset pilarit ja palkit. Väli- ja yläpohjatasot sekä ulkoseinäelementit tukeutuvat järjestelmässä palkkeihin, jotka välittävät kuormat pilareille. Yleinen välipohjarakenne pilari-palkkijärjestelmässä on niin kutsuttu ripalaatasto. Ripalaatasto koostuu kantavista puurivoista ja niiden päällisestä levytyksestä. Levytyksen päälle asennetaan tarvittavat ääneneristys, betoni- / kipsivalumassakerros sekä pintamateriaali. Ripalaatas-toelementtien välitilaan asennetaan mineraalivilla ja tarvittavat talotekniikan asennukset. Pilari-palkkijärjestelmä jäykistetään mastopilarein, vinositein ja / tai levyjäykistyk-sellä. *Tilaelementtijärjestelmässä* elementit ovat itsenäisiä tehtaalla valmistettuja val-miita rakennuksen osia. Tilaelementtejä voidaan sekoittaa osaksi muita rakennejärjes-telmiä kuten esimerkiksi tehtäessä erilliset wc- pesuhuonetilat tilaelementein. Tilaele-menttien kantavana rakenteena toimii rankarakenteinen tasoelementti tai CLT-levy. Tilaelementtitekniikkaa käytettäessä työmaalla tehtävät toimenpiteet ovat erittäin nopeita. [41]

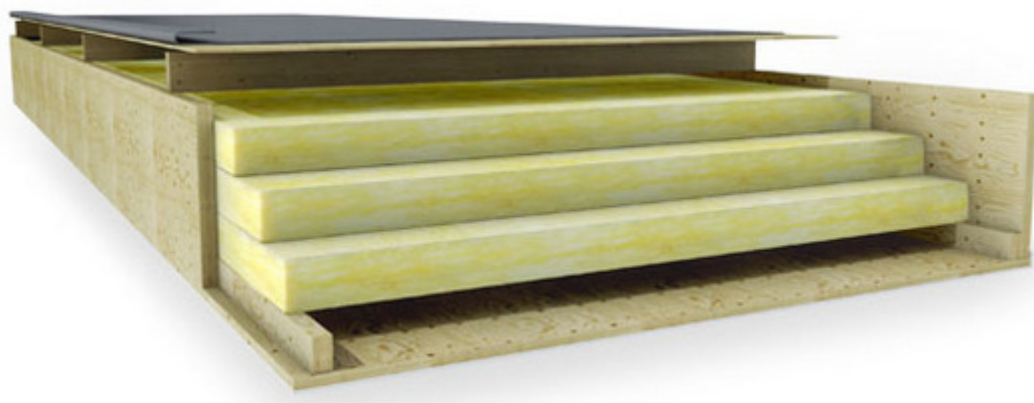
Rankarakenteiset seinät ja suurelementit koostuvat pystyrangoista sekä vaakasuuntaisista ylä- ja alarangasta sekä levytyksestä että pystyrankojen välisestä eristyksestä. Puuelementit ovat kerroksen korkuisia ja seinän pituisia suurelementtejä. Elementtien val-miusaste on mahdollista toteuttaa työmaakohtaisesti. CLT- massiivipuuelementit koos-

tuvat 3-7 ristiin liimatusta lautakerroksista. Hyvän rakenteellisen lujuuden ja helpon liitosdetaljiikan myötä CLT -rakenteet ovat kilpailukykyisiä erityisesti vaativissa ja korkeissa rakenteissa. CLT-levy toimii sekä kantavana että jäykistävänä rakenteena samanaikaisesti. [41]

7.3.1.1 Yläpohja

Puisten yläpohjarakenteiden käyttö esimerkkikohteen kaltaisessa yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa ei tule kyseeseen palomääräysten johdosta. Puisen yläpohjarakenteen etuina olisi keveys ja mahdollisuus korkeaa esivalmistusasteeseen. Puisia vesikattoelementtejä käytettäessä korkea esivalmistusaste mahdollistaa nopean asennuksen ja säävalmiuden. Kuvassa 10.1 on esitetty korkean esivalmistusasteen omaava vesikattoelementti.

Kuten luvussa 7.2.2 on esitetty, vesikattorakenteelle joka ei toimi rungon kantavana rakenteena tai tulipalotilanteessa rungon jäykistävänä rakenteena ei vaadita luokkavaatimusta rakenteiden kantokyvystä. Kantavana toimiva yläpohjarakenne tulee mitoittaa täyttämään paloluokkavaatimus R60 alle 8-kerroksisessa rakennuksessa ja yli 8-kerroksisessa R120. Käytettäessä esimerkiksi puuristikoidia, jotka toimivat kantavana rakenteena tulee ristikoiden alapäärre mitoittaa täyttämään edellä mainittu paloluokkavaatimus. Toisaalta puurakenteiset ristikot voidaan asentaa erillisen kantavan luokkavaatimuksen täyttävän palkiston päälle.



Kuva 7.1 Kattoelementti jonka kantavan rakenteena toimii Kerto-S palkit. Elementtiin on tehtaalla asennettu valmiina alushuopa, eristeet ja alapuolen verhous. [50]

7.3.1.2 Välipohja

Puiset välipohjarakenteet eivät ole mahdollisia palomääräysten johdosta yli kahdeksan kerroksissa rakennuksissa. Puurakenteisten välipohjarakenteiden mitoittavina tekijöinä toimivat värähtely ja taipuma. Valitulla välipohjarakenteella on olennainen vaikutus asennettavien LVIS -järjestelmien asennustekniikkaan. [41]

7.3.1.3 Seinät

Huoneistojen sisäiset seinät voivat olla joko kantavia tai kevyitä ei-kantavia. Puurakenteiset kantavat seinät eivät tule kyseeseen esimerkikohteessa palomääräysten johdosta. Ei-kantavaan keveään väliseinään vaikuttaa palomääräyksistä pintarakenteen luokkavaatimus. (RT 82-10838) Liitteen 6 detaljissa VS8 on esitetty tyypillinen kertopuurunkoinen ei-kantava väliseinäratkaisu. Rakenteessa kertopuurunگون molemmin puolin asennetaan kipsilevytys joka pinnoitetaan halutulla tavalla. Väliseinän ääneneristävyyttä parannetaan runkopuiden väliin asennetulla mineraalivillalla.

Ei-kantavat ulkoseinärakenteet voidaan tehdä yli kahdeksan kerroksisessa rakennuksessa puurunkoisena kun rakenteen lämmöneriste täyttää A2-s1, d0 vaatimukset. Lämmöneristeeltä vaaditun luokituksen täyttävät muun muassa kivivilla tai A1-luokan mineraalivilla.

7.3.2 Teräs

Teräksen eduksi rakennusmateriaalina voidaan katsoa sen suuri esivalmistusaste. Teräksestä pystytään valmistamaan konepajalla valmiita rakenneosia, jotka pystytään kokoaamaan työmaalla valmiiksi rakenteiksi. Esivalmistusastetta nostettaessa rakennustoimenpiteet työmaalla vähenevät ja työmaan kesto lyhenee. Teräsrakenteiden korkeaa mittatarkkuutta pidetään materiaalin etuna. Teräsrunko on mittasuhteiltaan pieni joka vapauttaa rakennuksesta pinta-alaa. Teräs omaa suuren kestävyuden suhteessa rakenteiden painoon. Teräsrunkoisen toimistorakennuksen paino on tavallisesti 60 – 70% vastaavan korkuisesta betonirakenteisesta rakennuksesta [42]. Lisärakentamisessa ja varsinkin kerrostalon korottamisessa rungon keveydellä on suuri merkitys sillä vanhat rakenteet asettavat uusille rakenteille rajoitteita kantavuuden suhteen. Teräsrakenteiden keveyden myötä rakenne ei pysty absorboimaan voimia riittävästi. Tämä on tiedostettava rakenteita suunniteltaessa värähtelyn estämiseksi. [42]

Teräs menettää lujuutensa lämmitessään tulipalotilanteessa. Rakenteiden paloturvallisuus pystytään toteuttamaan palosuojauksella. Palosuojausmenetelmiä ovat joko teräsrakenteen erillisellä palosuojauksella kuten palonsuojakoteloinnilla tai laskemalla rakenteen lämmön vastaanottokykyä kuten betonoimalla rakenne. Teräsrakenteen palonsuojausmenetelmänä voidaan toteuttaa myös rakenteellisesti kuten betonivälipohjan sisään upotettavilla palkeilla. Rakenteessa betoni toimii palonsuojauksena teräkselle. [42]

Teräsrakenteisen rungon mahdollisia runkoratkaisuja ovat *palkki - pilarijärjestelmä*, *pilari – välipohjarakenne* tai *rakenne jossa käytetään kantavia seinäelementtejä*. Teräsrunkoa käytetään kun rakennuksen pohjaratkaisuilta halutaan muunneltavuutta ja moni-ilmeisyyttä [42].

Teräsrunkoisten rakennusten jäykistävinä rakenteina käytetään teräsbetonirakenteisia seinä- ja tornijäykisteitä tai teräsrakenteisia kehäristikkojäykisteitä. Teräsrakenteisen rungon jäykistävänä rakenteena betonirakenteinen seinä tai torni koetaan huonon mittatarkkuutensa ja hitaamman asennusnopeuden vuoksi huonosti yhteensopivaksi teräsrungon kanssa. [42]

Teräsrunkoisen rakennuksen julkisivumateriaalina voidaan käyttää useita markkinoilla olevia julkisivumateriaaleja ja – järjestelmiä. Ulkoseinä pystytään toteuttamaan muun muassa ohutlevykaseteista tai muista levymateriaaleista. Teräsrunkoisen rakennuksen kevytrakenteiseen ulkoseinään pystytään yhdistämään tiili tai rappaus. Ulkoseinäelementtinä voi toimia myös rakenteeltaan pelti – eriste – pelti sandwich-elementti. [40]

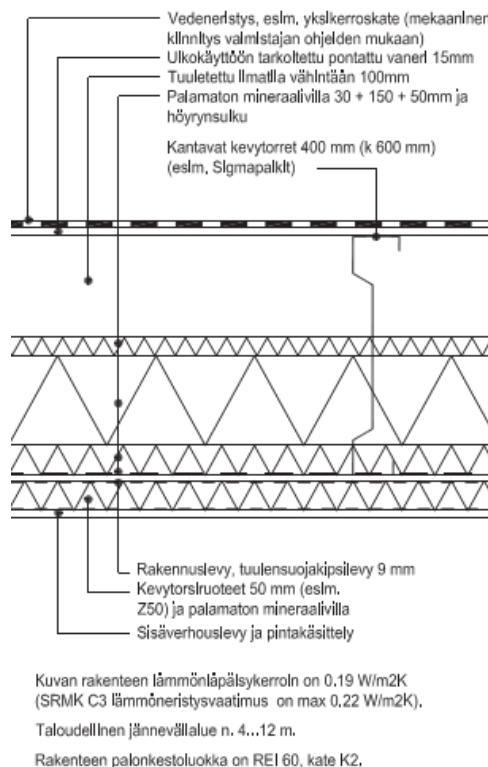
Teräsrakenteiden kuljetukset konepajalta työmaalle tapahtuvat rekka-autokuljetuksin. Teräsrakenteiden asentaminen tarkoittaa esivalmistettujen rakenneosien nostamista ja liittämistä työmaalla paikoilleen. Asentaminen edellyttää sopivaa nostolaitetta. Käytännössä nostolaitteena toimii joko torninosturi tai ajoneuvonosturi. Nosturikustannusten voidaan laskea olevan 3-8 prosenttia teräsrakenteen kustannuksista. Teräsrakenteiden asentamiseen voidaan laskea 4-10 työntekijätuntia per terästonni. Kiinnitykset tapahtuvat käytännössä pultein ja / tai hitsaten. [40]

Teräsrakentamisessa käytetään yleisesti teräksen ja betonin välistä liittorakentamista. Perustelut liittorakentamiselle löytyvät sekä rakenteellisista että tuotantotapamenetelmistä. Teräsrakenteiden huonoa palonkestoa parannetaan betonilla ja betonirakenteiden muottityötä vähennetään metallirakenteilla. [42]

Liittorakentamisen perusajatus on materiaalien optimointi. Eri materiaaleita käytetään niissä rakenneosissa, joissa sen materiaaliominaisuuksia voidaan hyödyntää tehokkaimmin ja taloudellisimmin.

7.3.2.1 Yläpohja

Asuin- ja toimistorakennuksen teräsrakenteet RT-kortin 83-10765 mukaan teräsrakenteisen yläpohjan menetelmäratkaisuina ovat teräsrakenteiset kattoristikot, teräspalkisto ja profiloitu muotolevy tai näiden yhdistelmä. Liitteen 6 detaljissa VP7 ja VP8 on esitetty profiloitulla muotolevyllä ja liittolevyllä toteutetut välipohjarakenteet. Vastaavia rakenteita voidaan käyttää yläpohjan kantavana rakenteena. Kuvassa 10.2 on esitetty teräsorsirakenteinen yläpohjarakenne RT-kortin 83–11010 mukaisesti.

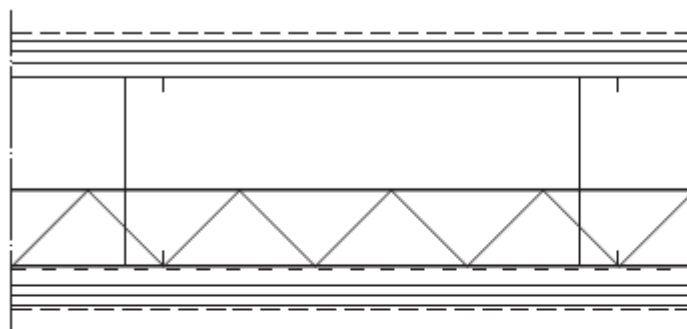


Kuva 7.2 Teräsorsirakenteinen yläpohjarakenne

7.3.2.2 Välipohja

Teräsrakenteisen rakennuksen välipohjat voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: esivalmistettuihin betonivälipohjiin, osittain paikallavalettuihin välipohjiin ja kevyisiin teräsrakenteisiin välipohjiin. Esivalmistettuihin betonivälipohjiin lukeutuvat muun muassa ontelolaatta välipohja. Ontelolaatasta mahdollistaa pitkien jännevälien käytön. Osittain paikallavalettuihin välipohjiin kuuluvat kuorilaatatot ja liittovälipohjat. Liittolaattavälipohjassa alapinnassa on teräsohutlevy joka toimii myös valunaikaisena muottina. Liittolaatassa oleva rauditus toimii palomitoituksen raidoituksena tai osana sitä. Kuorilaatassa 80 -120mm paksu betonielementti toimii osana kantavaa rakennetta sekä valunaikaisena muottina. Kevyiden välipohjien käyttö tulee kysymykseen lyhyissä jänneväleissä. Kevyiden välipohjien rakenne koostuu usein ohutlevyprofiileista, kipsistä ja ääneneristeenä toimivasta mineraalivillasta. Kuvassa 10.3 on esitetty kevyt teräsrakenne välipohjarakenne. [40]

Teräsrunkoisten välipohjien mitoituksessa tulee huomioida välipohjarakenteen värähtely ja jäykistys. Peruslattian päälle asennettavat teräsrakenteiset asennuslattiat on kehitetty erityisesti korjausrakentamisen tarpeisiin. Kevyiden teräsrakenteisten välipohjien rakenne koostuu teräsorsista, kipsilevystä ja ääneneristeenä toimivasta mineraalivillasta. Teräsrakenteiden kanssa käytetyistä välipohjatyypeistä ja peruslattian päälle asennettavasta orsirakenteisesta välipohjarakenteesta on esitetty periaatepiirustukset liitteessä 6.



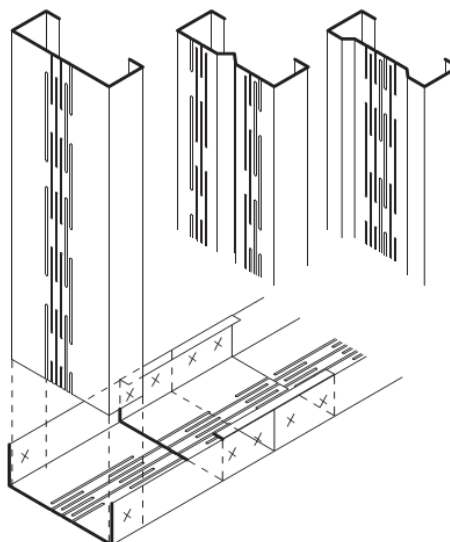
22...30 mm	Lattianpäällyste ja pintakäsittely huoneselosteen mukaan
	Rakennuslevy , 2-kertainen lattialevyksi tarkoitettu rakennuslevy (2 x 15 mm, saumat limittäään) tai pontattu rakennuslevy (22...25 mm)
18...45 mm	Teräspoimulevy tai ympäripontattu havuvaneri
≥ 200 mm	Kantava rakenne rakennesuunnitelman mukaan, teräsorsi
≥ 100 mm	Ääneneriste , mineraalivilla
	Ilmansulku , ilmansulkupaperi
25 mm	Jousiranka , akustinen jousiranka, k 400
30 mm	Rakennuslevy , 2-kertainen palonsuojalevy, pintalevy 1/l, palonkesto aika 60 minuuttia
	Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Askeläänitason $L'n, w \leq 53$ dB saavuttaminen edellyttää, että lattianpäällysteenä käytetään joustavaa lattianpäällystettä tai lautaparkettia ja joustavaa alusmateriaalia, joiden äänitekniset ominaisuudet on mitattu ja hyväksytty kyseiseen käyttötarkoitukseen.

Kuva 7.3 Kevyt teräsrakenteinen huoneistojen välinen välipohjarakenne RT-kortin 83-10902 mukaisesti

7.3.2.3 Seinät

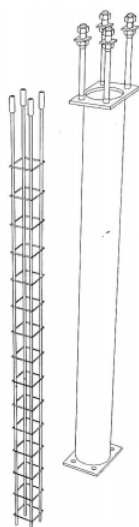
Teräsrakenteinen seinä tehdään yleensä esivalmistetuista komponenteista, jolloin asennustyö on nopeaa ja sääolosuhteita kestävämpi. Teräsrakenteisen seinän rakennerunko pystytään sijoittamaan väliseinäelementtien sisään, jolloin erillisen palosuojauksen tarve vähenee. Seinäelementtien runko koostuu useasti rei'itetystä teräksisestä termorangasta. Termorankainen seinärakenne on esitetty kuvassa 10.5. Liitteessä 6 detaljissa VS6 on esitetty teräsrakenteinen kevyt väliseinä rakenne.



Kuva 7.4 Termorankaisen seinän rakenneperiaate

7.3.2.4 Palkit ja pilarit

Pilareina käytetään tyypillisesti profiililtaan H-, pyöreä- tai suorakaiteen muotoisia profiileja. Liittopilarina käytetään tyypillisesti betonitäytteisiä teräsputkia. Rakenne toimii käyttömitoituksessa liittopilarina ja palomitoituksessa teräsbetonipilarina. Palomitoitus edellyttää putken sisäisen pää- hakasraudoituksen. [42] Kuvassa 10.5 on esitetty liittopilari.



Kuva 7.5 Liittopilari: pyöreä putkiprofiili ja putken sisään asennettava raudoitus [42]

Vaakasuuntaisina palkkirakenteina usein käytettyjä ovat hattu-, H- ja I-profiili tai liittorakenteisia palkkeja kuten Deltapalkkia [42] Kuvassa 10.6 esitetty Peikko Groupin valmistama Deltapalkki.



Kuva 7.6 Delta-palkki

7.3.3 Betoni

Betonirakenteinen runko jaetaan sen staattisen toimintatavan mukaan seuraaviin runkojärjestelmiin: *kantavat seinät – laatta-, pilari – laatta-, pilari – palkki – laatta- ja kehärunko*. Kantavat seinät – laattarunko koostuu kantavista ja jäykistävästä seinistä sekä seiniin tukeutuvista laatoista. Runkotyyppi on yleinen asuinrakennuksissa. Pilari – laattarungossa edelliseen verrattuna kantavat seinät on korvattu pilareilla. Jäykistävien seinien poistuttua järjestelmään tarvitaan erillinen jäykistys. Runkotyyppi on yleinen liike- ja tuotantorakennuksissa. Pilari – palkki - laattarungossa laatat tukeutuvat palkkien välityksellä pilareihin. Järjestelmään vaaditaan erillinen jäykistys. Runkotyyppi on yleinen liike- ja tuotantorakennuksissa. Kehärungossa pilarit ja palkit on liitetty jäykästi toisiinsa, jolloin ei tarvita erillistä jäykistysjärjestelmää. [44]

Kantavat seinät – laattarunkoisessa lamellitalossa kantavat seinät ovat poikittain rakennuksen pituussuuntaan nähden. Tornitalossa kantavia seiniä on molemmissa suunnissa runkoon nähden. Kantavien seinien välimatkat ovat riippuvaisia laattatyypistä. Ristiinkantavalla massiivilaatala seinäväli luokkaa 7m ja yhteen suuntaan kantavana 6m. Kevennetyillä ja jännitetyillä laatoilla seinäväli voi olla 10-20m. Pystyrakenteiden tulee sijaita päällekkäin välipohjalle muodostuvien taivutusrasitusten ja välttämiseksi. Tarvittaessa seinämäisellä palkilla voidaan jättää yhden kerroksen seinä pois. Pilarilaattarunkoisessa rakennuksessa pystysuuntaisina kantavina rakenteina toimivat pilarit, jotka sijoitetaan päällekkäisissä kerroksissa samaan kohtaan. Suomessa pilari-laattarunkoiset rakennukset toteutetaan käytännössä paikallavalettuna, jolloin laataksi valetaan massiivin betonilaatta. Laatan jänneväli on pienempi kuin 7m. Pilari – palkki – laattarungossa oletetaan pilarien ja palkkien liitos nivelelliseksi. Järjestelmällä päästään pitkiin jänneväleihin. Pilarien välimatkat voivat olla suurimmillaan 20m. [44]

Teräsbetonipalkit ovat tavallisesti suorakaide-, laatta-, laippa-, leuka- tai I-palkkeja. Paikallavalupalkit ovat tyypillisesti suorakaide- tai laattapalkkeja. Leukapalkit toimivat ontelolaattojen kannattimina. Teräsbetonilaattoina käytetään paikallavalettuja massiivisia laattoja tai ripa-, ontelo-, arina-, kuori- ja liittorakenteisia laattoja. Laattarakenteet toimivat joko yhteen suuntaan tai ristiinkantavina. Teräsbetonipilarit ovat tyypillisesti pyöreitä tai suorakaiteen muotoisia. [44]

Kantavat seinät tulee sijoittaa huoneistojen väliin, jolloin ne toimivat ääntä ja paloa eristävänä rakenteena. Huoneistojen välinen 180mm seinä täyttää vaaditut äänen- ja paloneristysvaatimukset. 280mm seinämäpaksuus usein täyttää kantavuusvaatimukset. Pilari – laattarunkoisessa rakennuksessa huoneistojen väliseksi seinäksi tulee kysymyksen betoni- / kevytbetoni-elementit, muurattu seinärakenne tai puu- / metallirunkoinen kipsilevyseinä. [45]

Betonirakenteisen rungon jäykistystapoja ovat *mastojäykistys*, *kehäjäykistys* ja *levyjäykistys*. Mastojäykistyksessä rakennuksen korkuinen jäykkä osa on kiinnitetty perustuksiin jäykästi. Käytännössä tämä osa toimii ulokepalkin tavoin ja se mitoitetaan taivutukselle puristukselle ja leikkaukselle. Mastona voi toimia pilari, levymasto kuten seinät tai putkimainen masto kuten porrashuone. Kehäjäykistyksessä palkit ja pilarit ovat kiinnitettyinä jäykästi toisiinsa jolloin rakenne ottaa vastaan vaakakuormat. Levyjäykistyksessä jäykistävinä osina toimivat sisä- ja ulkoseinälevyt. [44]

Teräsbetonirakenteisen rungon etuna voidaan pitää elementtirakentamisen johdosta rakennesienien pitkälle vietyä esivalmistusastetta sekä vakioituneita liitosratkaisuja. Teräsbetonirakenteiden etuna voidaan pitää hyvää ääneneristyskykyä ja paloturvallisuutta. Toisaalta betonirakenteiden paino on sekä puu- että teräsrakenteita huomattavasti suurempi.

Esimerkkikohteen asunto-osakeyhtiön teettämien alustavien rakennetutkimusten mukaan kantavien rakenteiden puolesta talojen korottaminen onnistuu tarvittaessa teräsbetonirakenteita käyttäen.

7.3.3.1 Yläpohja

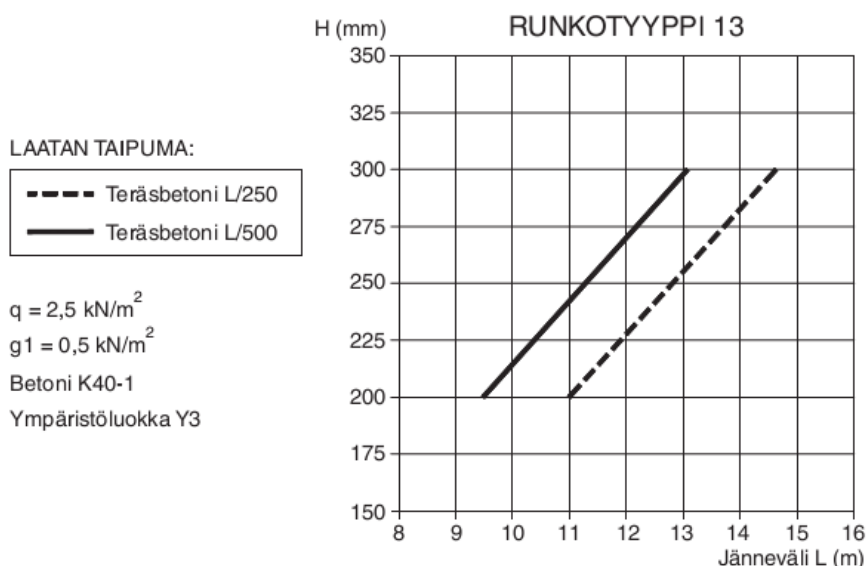
Liitteessä 6 on esitetty teräsbetoninen paikallavalettu, kuorilaatastolla, ja ontelolaatastolla toteutettu yläpohjarakenne. Laatan päälle asennetaan eristeet ja puinen vesikattorakenne. Liitteessä on esitetty jokaisen menetelmävaihtoehdon sekä suora että vino sisäkaton muoto.

7.3.3.2 Välipohja

Betonirakenteisen välipohjalaatan valintaan vaikuttavat useat asiat. Valittavina laattatyyppeinä ovat ontelo-, kuori-, TT- ja massiivilaatta. Laattatyypin valintaan vaikuttavat toiminnalliset vaatimukset ja kuormitus. Laattatyypin valintaan vaikuttavat muun muas-

sa jänneväli, aukotukset, rakenteen oma paino, ääni- ja palotekniset asiat, sekä arkkitehtoniset seikat ja lisäksi LVIS tekniikan vaatimukset. [51] Ääneneristysten ja talotekniikan reittien vuoksi usein käytettäessä teräsbetonista välipohjaa asuinrakennuksessa joudutaan valitsemaan paksumpi laatta mitä rakenteen kantavuuden kannalta tarvittaisiin. Betonivälipohjan askeläänieristys voidaan toteuttaa monella tavalla. Saavutettu askeläänieristävyys riippuu sekä käytettävästä pinnoitemateriaalista että kantavasta laattarakenteesta. Liitteessä 6 esitetään rakenneyhdistelmiä massiivi-, kuori-, liitto- ja ontelolaattarakenteiselle välipohjalle, jotka täyttävät asuinhuoneistojen väliset ääneneristys- ja palotekniset vaatimukset yli kahdeksan kerroksisessa asuinkerrostalossa. Paikallavalettu massiivilaatta ääni- ja paloteknisesti riittää 240mm paksuna. LVIS - tekniikan asennuksen kannalta yleisimmin käytössä on 260mm paksu laatta.

Käytettäessä muurattuja väliseiniä tulee välipohjalaataston taipumarajaa kiristää, jotta vältetään seinien halkeamisilta. Teräsbetoninen välipohja pyritään toteuttamaan ilman erillistä pintavalua. Pintavalu lisää kustannuksia ja rakentamisaikaista kosteutta sekä pidentää rakentamisaikaa. Erillinen pintavalu tulee kuitenkin kysymykseen tavoiteltaessa tavallista parempaa askeläänieristävyttä tai asennettaessa lattialämmitys. Teräsbetonirakenteisen välipohjan jänneväli riippuu laatan paksuudesta ja sallitusta taipumasta. Kuvassa 10.7 on esitetty taipuman, jännevälin ja laatan paksuuden funktiona suunnitellulle lähtöarvoja pilari – laatta- tai seinä – laattarunkoiselle rakennukselle. Kuvasta nähdään kuinka 260mm paksun massiivisen betonilaatan jänneväli sallittaessa $L/250$ taipuma on noin 13-metriä ja $L/500$ taipumalla noin 11,5-metriä. [75]



Kuva 7.7 Jännittämättömän paikalla valetun teräsbetonivälipohjan jänneväli laatan paksuuden funktiona [75]

Asuinrakennuksen välipohja voidaan toteuttaa 80 – 160mm paksulla kuorilaatastolla. Kuorilaatta on ohut esijännitetty umpilaattaelementti, joka toimii muottina paikalla valetulle betonille. Kuorilaatta täyttää REI 60 palonkestovaatimuksen ilman erillistoimenpi-

teitä. Vaadittaessa korkeampaa palonkestoa tulee rakenne mitoittaa erikseen tai laatta on suojattava erillisellä rakenteella alapuolelta. Palonkestovaatimuksen ollessa kovempi kuin R60 kasvaa laatan paksuus sekä jänneterästen suojaetäisyys. [51] Asuinrakennusten välipohjan suurin teoreettinen jänneväli kuorilaatastolla on 7-8m. Kuorilaatta nopeuttaa rakentamisaikataulua johtuen muotti- ja raudoitustöiden vähenemisestä. Liitteen 6 detaljissa VP5 on esitetty tyypillinen asuinrakennuksen kuorilaattarakenne jota käytetään yleisesti myös teräsrunkoisen rakennuksen yhteydessä. Suurimmillaan liittorakenteiden hyöty on silloin, kun rakenteen hyötykuorma on kokonaiskuormaan nähden suuri. [57]

Joustava rakennekerros	Kantava rakenne
Joustava lattianpäällyste	Ontelolaatta massa $\geq 370 \text{ kg/m}^2$
	Massiivilaatta paksuus $\geq 240 \text{ mm}$
	Ontelolaatta ja tasausvalu massa $\geq 500 \text{ kg/m}^2$
Lautaparketti ja alusmateriaali	Massiivilaatta paksuus $\geq 240 \text{ mm}$
	Ontelolaatta ja tasausvalu massa $\geq 500 \text{ kg/m}^2$
Kelluva lattia	Massiivilaatta paksuus $\geq 190 \text{ mm}$
	Ontelolaatta massa $\geq 250 \text{ kg/m}^2$
Joustava asennuslattia	Massiivilaatta paksuus $\geq 190 \text{ mm}$
	Ontelolaatta massa $\geq 250 \text{ kg/m}^2$
Välipohjan alapinnan joustava umpinainen levyverhous	Massiivilaatta paksuus $\geq 240 \text{ mm}$
	Ontelolaatta massa $\geq 370 \text{ kg/m}^2$

Kuva 7.8 Ääneneristysvaatimukset täyttävät välipohjien rakenneperiaatteet. [51]

Asuinrakennuksen välipohja toteutettaessa ontelolaatoilla teoreettinen jänneväli on 11-13m. Ontelolaattojen paksuus on tavallisesti 265mm – 370mm. Kosteiden tilojen kohdalla voidaan käyttää ohuempaa laattaa. Ontelolaataston palonkesto ilman erillistoimenpiteitä on R60. Palonkestovaatimusten ollessa kovemmat ontelolaattana tulee käyttää erikseen hyväksyttyä niin kutsuttua palolaattaa. [58] Esimerkkikohteessa rakennusten korkeudesta johtuen kantavien rakenteiden kantavuusvaatimus on kaksi tuntia (R120). Asuinkerrostalon välipohjana yleisimmin käytetty ontelolaattatyyppe on 265mm paksu O27-ontelolaatta. Ääneneristysvaatimukset täyttääkseen laatan päälle tulee asentaa askeläänieriste ja minimissään 50mm pintavalu. [51]

7.3.3.3 Seinät

Asuinrakennuksessa kantavat seinät pyritään asettamaan huoneistojen välille. Tällöin seinät toimivat sekä kantavina että ääntä ja paloa eristävinä rakenteina. 180mm teräsbe-

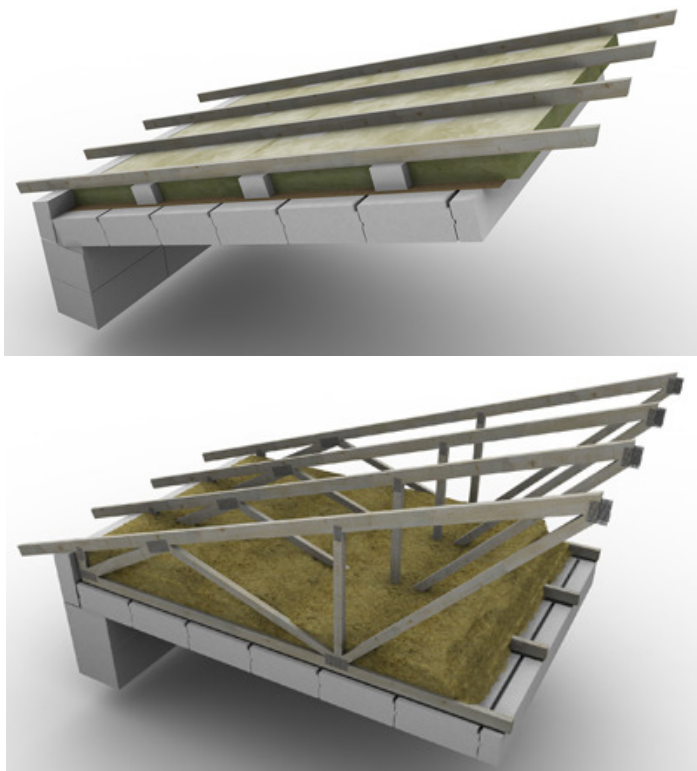
toninen huoneistojen välinen seinä riittää täyttämään palon- ja ääneneristysvaatimukset. Usein 180mm riittää täyttämään myös kantavuuden vaatimukset. [57]

Toteutettaessa kohde paikallavalurakenteilla tulisi tämä huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Kantavien rakenteiden sijoittelussa tulisi tavoitella toistettavuutta ja säännönmukaisuutta. Paikallavalumenetelmä mahdollistaa poikkeamat tarvittaessa säännönmukaisuudesta. Mittatarkkuudeltaan menetelmä ei poikkea muista menetelmistä. [57]

7.3.4 Karkaistu kevytbetoni [52]

Karkaistu kevytbetoni eli Siporex soveltuu rakennusten korottamiseen etenkin keveysjohdosta. Siporex painaa 300 – 600kg/m³ eli noin 20% teräsbetonin painosta. Materiaali on kiviainesperäinen. Karkaistun kevytbetonin hyvinä ominaisuuksina voidaan pitää paloturvallisuutta, työstettävyyden helppoutta, hyvää kosteuden kestoa ja rakenteen lämmöneristysominaisuutta. Siporex tuotteita on saatavana elementtirakenteina kuten väliseinä- ja laattaelementtejä.

7.3.4.1 Yläpohja



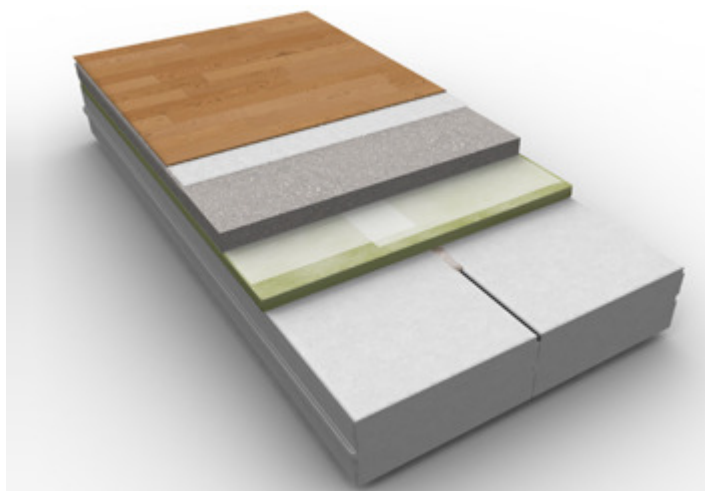
Kuva 7.9 Siporex - runkoiset vino- ja suora yläpohjarakenne [52]

Siporex yläpohjarakenne voidaan toteuttaa joko vinolla tai suoralla sisäkaton muodolla. Suorassa yläpohjarakenteessa kantavana rakenteena toimii Siporex –tasoelementit, joiden päälle asennetaan lämmöneriste ja kattotuolirakenne. Vino sisäkatto toteutetaan asentamalla kattotuolirakenteet erillisten Siporex palkkien päälle. Kaltevassa kattomuodossa kantavan siporex -rakenteen päälle jätetään 250 – 300mm korkea lisäeristetila.

Liitteessä 6 ja kuvassa 10.9 on esitetty tyypilliset karkaistusta kevytbetonista toteutetut yläpohjarakenteet. Yläpohjarakenteessa kantava karkaistu kevytbetonirakenne toimii osana lämmöneristettä.

Siporex tasoelementtejä käytetään rakennusten ala-, väli- ja yläpohjarakenteissa. Tasoelementtien suurin jänneväli on 6-metriä, leveys 600 / 750mm ja paksuus valittavissa vakio paksuuksista väliltä 150 – 375mm. Siporex kattoelementtejä on saatavilla paloluokkavaatimuksen R120 täyttävänä rakenteena.

7.3.4.2 Välipohja



Kuva 7.10 Siporex-rakenteinen äänieristysvaatimukset täyttävä välipohjarakenne [52]

Huoneistojen välisenä kantavana välipohjarakenteena toimii 300mm paksu Siporex tasoelementti. Vaadittavat ääneneristysvaatimukset saavutetaan 80mm pintavalulla ja 30mm paksulla askeläänieristeellä. Liitteessä 6 ja kuvassa 10.10 on esitetty tyypillinen huoneistojen välinen välipohja.

7.3.4.3 Seinät

Siporex seinäelementtejä käytetään asuin-, teollisuus- ja liikerakennusten niin ulko- kuin väliseinissä kantavina ja ei-kantavina rakenteina. Rakennetta käytetään sekä paloa että lämpöä eristävänä rakenteena. Seinäelementtejä on saatavilla vaaka- ja pystyelementteinä. Vaakaseinäelementtien vakio pituus 3M välein maksimipituuden ollessa 60M, leveys vakio 6M ja paksuus 150, 200, 250, 300 ja 375mm. Pystyseinäelementtien vakio mitat ovat leveys 6M / 3M, pituus 1M välein maksimipituuden ollessa 60M ja paksuus kuten vaakaseinäelementeissä.

Kahden tunnin vaadittava (R120) palonkestoluokka kantavissa rakenteissa toteutuu 150mm paksulla Siporex vaaka- ja pystyseinäelementillä. Tunnin (EI60) palo-osastointi toteutuu 68mm paksulla elementillä.

Huoneistojen välinen ääneneristysvaatimus R_w 55dB toteutetaan Siporex-rakenteisena kaksoisseinä: Siporex 86mm + ilmväli 54mm jossa mineraalivilla 50mm + Siporex 88mm, yhteensä 210mm. Liitteessä 6 on esitetty edellä mainittu seinärakenne.

7.3.5 Liittyminen vanhaan yläpohjaan

Vanha yläpohjarakenne on esitelty kappaleessa 2.4 *Esimerkkikohteen vanhat rakenteet*. Vanha yläpohja käsittää: 150mm kantava teräsbetoni + 200mm kevytsora + 100mm betoninen palopermanto. Lisärakentamisen johdosta vanhasta yläpohjarakenteesta muokataan välipohjarakenne. Uuden välipohjarakenteen tulee täyttää voimassa olevien määräysten ja asetusten mukaiset vaatimukset äänen, palon ja kantavuuden suhteen. Kantavuudesta on esitetty laskelmia kappaleessa 5.3 *kuormat ja vanhojen rakenteiden kantavuus*. Purettaessa betoninen palopermanto sekä vanhan yläpohjan lämmöneristeenä toimiva kevytsora saadaan uuden välipohjan uusien rakenteiden kantavuudelle ”kapasiteettia” ottaen huomioon nykymääräysten mukainen asuutilan hyötykuorma 2,7kN/m². Ääneneristävyydeltään yläpohjasta muodostuva välipohjan tulee täyttää sekä askel- että ilmäääneneristävyydeltään vaadittavat lukuarvot. Luvussa 7.2.2 *palonsuojaus ja poistumistiet* käydään lävitse yli kahdeksan kerroksista rakennusta koskevat määräykset koskien kantavia rakenteita. Kantavien rakenteiden tulee täyttää R120 luokka.

Palo-, ääni- ja kantavuusvaatimusten lisäksi rakenteen valintaan vaikuttavat taloteknisten järjestelmien, etenkin viemäreiden, sijoittaminen välipohjaan. Lisäksi kaikissa korotushankkeen rakenteissa tulee rakenteet suunnitella huomioiden materiaalien siirto-, nosto- ja asennusmahdollisuudet.

Liitteen 6 detaljissa VP10 on esitetty Gyproc:n markkinoima Debel kerros lattiajärjestelmä. Rakenne täyttää vaaditut ääneneristysvaatimukset, on kevyt sekä mahdollistaa LVIS-tekniikan reitit asennustilassa. Liitteen 6 detaljissa VP11 esitetty kevytsora – kipsivalu – lattia mahdollistaa LVIS-tekniikan reitityksen kevytsorakerroksessa. Painoltaan lattiarakenne on kevyempi kuin alkuperäinen kevytsora – palopermanto – rakenne.

7.3.6 Muita mahdollisia menetelmiä

Tekniikka & Talous- lehden 22.4.2011 julkaisemassa artikkelissa ”Lemminkäisellä patentti: uusi menetelmä kerrostalon korottamiseen” kerrotaan rakennusyhtiö Lemminkäisen kehittämästä menetelmästä kerrostalojen korottamiseen. Artikkelin mukaan korotusmenetelmän avulla uusien kerrosten kuormia ei välitetä vanhojen rakenteiden kautta perustuksille vaan ratkaisussa talon ulkopuolelle rakennetaan pystyrakenteet, vaippa sekä uusi vesikatto. Uusien pystyrakenteiden avulla kuormat tuodaan maapohjalle. Patentoitua ratkaisua pidetään asukkaille vähän häiriötä tuottavana. [38]

Konkurssiin ajautunut Neapo Oy markkinoi lisäkerrosten toteuttamiseksi lisäkerrosmoduuleita. Moduulit olivat pitkälle viimeistellyjä tehdasvalmisteisiä elementtejä jotka nostetaan vanhan rakenteen päälle. Moduulit on valmistettu FIXCEL® -teräskennorakenteesta. Teräskennorakenne mahdollistaa kerrosrakentamisen ilman erillistä runkojärjestelmää. Moduulien runkorakenteet kantavat sekä itsensä että koko rakennuksen. [39]

8 TYÖMAATOTEUTUS

8.1 Käyttäjän toiminnan huomiointi

Esimerkkikohteen kerrostalojen korotushankkeen aikana molempien talojen asukkaat asuvat asunnoissaan. Käyttäjän toiminta välittömässä läheisyydessä työmaatoiminnan kanssa tulee tiedostaa ja siihen tulee varautua rakenteiden ja tuotannon suunnittelussa. Rakentamistoimenpiteissä käyttäjä huomioidaan muodostuvien häiriöiden minimoinnilla. Rakentamistoimenpiteistä muodostuvia häiriöitä ovat muun muassa pöly-, melu-, hajuhaitat ja katkokset veden sekä sähkön jakelussa.

Asukasystävällisessä korjausrakentamisessa pyritään vähentämään normaalille asumiselle aiheutuvia häiriöitä. Tuotannossa tämä vaatii toteutukselta joustavuutta. Rakennusliikkeen toteutusorganisaatio tulee muokata palvelualttiiksi. Erityisesti on kiinnitettävä huomioitava täsmällisyyteen ja yhteistyökykyyn. [43]

Asukkaan näkökulmasta ongelmana on yleisen käsityksen puuttuminen rakentamistoiminnan perusteista ja rakentamisen käytännöstä. Rakennustoiminnan tiedotuksen puuttuessa asukkaat suhtautuvat kielteisellä asenteella koko projektiin. Hankkeen aikaisissa tiedotuksissa asukkaille tulee ilmetä hankkeeseen johtavat syyt, hankkeen suunnittelu, hankkeen toteutusmenetelmät ja lopputulos. Toteutuksen kulun tiedotusta tulee ylläpitää koko rakentamishankkeen ajan. Asukkaiden asenteita ja suhtautumista toteutuksen pysyttämään parantamaan paikkansapitävällä tiedottamisella esimerkiksi häiriöitä aiheuttavista töistä. [43]

Asukkaille tulee muodostumaan esimerkkikohteessa häiriöitä rakennuksen ulkopuolella tehtävistä töistä. Rakennuksen sisäpuolisissa yhteistiloissa ja asunnoissa rakennustoimenpiteet muodostavat vain vähäisissä määrin häiriöitä. Häiriöitä muodostuu muun muassa seuraavista tekijöistä: työmaan varastoinnin aiheuttamasta epäjärjestyksestä ja ahtaudesta, työmaan liikenteestä, vesi- ja viemäriatkoksista, ullakon varastotilojen siirtymisestä, melusta ja pölystä. Erityistä paneutumista esimerkkikohteessa vaatii käytössä olevien asuntojen ilmanvaihdon turvaaminen läpi rakentamistoimenpiteiden. Kuten luvussa 5.5.1 esitellään, kohteessa on ilmavaihtojärjestelmänä koneellinen poistoilmanvaihto yhteiskanavajärjestelmällä. Järjestelmän yhteiskanava kulkee nykyisessä ullakotilassa ja kyseinen kanava tullaan purkamaan. Asukkaille tulee järjestää korvaava ilmanvaihto uuden hormin rakentamisen ajaksi.

Asukkaiden tiedottamisen järjestämisellä, rakentamisvaiheen läpivientiajan lyhentämisellä sekä tuotannon suunnittelussa työmaatekniikoiden suunnittelu ovat ensisijaisia keinoja asukasystävällisyyden parantamiseksi. Tiedottamisen hoitoon on hyvä nimetä työmaaorganisaatiosta vastuuhenkilö. Rakentamisvaiheen läpivientiaikaa kyetään lyhentämään nostamalla rakenteiden esivalmistusastetta. Työmaatekniikoissa tulee huomioida rakennuksen suojaukset, siirrot, varastointi, pölyn hallinta ja melun torjunta. Rakennusratkaisujen haussa ja valinnassa tulee huomioida asukkaiden välitön läsnäolo.

8.2 Materiaalien nosto, siirrot ja varastointi

Nosto- ja siirtokaluston suunnittelulla pyritään kohteeseen soveltuvan kaluston valitsemiseen sekä kaluston määrän taloudelliseen mitoittamiseen. Suunnittelulla pyritään valitsemaan hankkeeseen taloudellinen tuotannon sujuvuuden takaava nosto- ja siirtokalusto. Nosto- ja siirtokaluston suunnittelu tulisi tehdä kokonaisuutena, jossa mietitään samanaikaisesti sekä vaaka- että pystysiirtoketjut. [47]

Siirto- ja nostokalustojärjestelmä koostuu niin kutsutusta pää nosto- ja siirtokalustosta sekä näitä avustavista muusta kalustosta. Päänostokone on työmaan merkittävin nosto- ja siirtokone, jolla hoidetaan valtaosa nostoista ja siirroista. Päänostokoneena toimii yleensä torninosturi, ajoneuvonosturi tai rakennushissi. Päänostokoneen lisäksi työmaalla tarvitaan muuta nosto- ja siirtokalustoa hoitamaan pienemmät ja vähäpätöisemmät, mutta välttämättömät siirrot ja nostot. [47]

Nosto- ja siirtokaluston suunnittelu on osa työmaan tuotannonsuunnitteluvaihetta. Tavallisesti karkeat nosto- ja siirtokaluston valinnat tehdään yleissuunnitteluvaiheessa [47]. Tässä diplomityössä nosto- ja siirtokaluston suunnittelu otetaan huomioon suunniteltaessa hankkeen rakenteita ja tuotantomenetelmää. Rakenne- ja tuotannonsuunnittelun ohella tapahtuva nosto- ja siirtokaluston suunnittelulla pyritään parantamaan työmaan tuottavuutta ja näin edelleen laskemaan kustannuksia. Menetelmävalintaan tehdessä tullaan huomioimaan nostotöistä aiheutuvat kustannukset.

Työmaan nosto- ja siirtokaluston valinta perustuu kohteen nosto- ja siirtotarpeen analysointiin. Hankkeen piirustusten, määräluetteloiden, suunnitelmien ja erityisominaisuuksien perusteella asetetaan vaadittavalle kalustolle suunnitteluperusteet. Suunnitteluperusteita ovat muun muassa kohteen laajuus, korkeus, runkotyön kesto ja nostettavien yksiköiden paino, koko ja lukumäärä. Päänosto- ja siirtokoneen valinnassa tulee huomioida rakennuskohteen tyyppi, tuotantomenetelmä, runkovaiheen kesto ja laajuus, työmaaolosuhteet, nostojen keskimääräinen korkeus ja etäisyys sekä nostettavien artikkelien paino ja koko. Edellä mainitut asiat asettavat teknisiä vaatimuksia nosto- ja siirtokoneen valinnalle. [47]

Nosto- ja siirtokaluston kustannuksissa otetaan huomioon kone- ja työ kustannukset sekä muut mahdolliset nostoista ja siirroista syntyvät kustannukset. Kustannuksia laskiessa tulee huomioida nosto- ja siirtokaluston vaikutus työmaan muuhun toimintaan. Nosto- ja siirtokalustolla on vaikutusta muun muassa rakennusaikaan, menetelmävalintoihin ja resurssitarpeeseen. [47]

Nosto- ja siirtokaluston laajan koko työmaan toimintaan vaikuttavan toiminnan vuoksi on järkevää tuoda nosto- ja siirtokaluston suunnittelu rakennushankeen tuotannonsuunnittelua aikaisemmalle tasolle. Esimerkkikohteen luonteen vuoksi ei voida suoraan soveltaa olemassa olevia nosto- ja siirtokaluston suunnitteluohjeita.

8.2.1 Esimerkkikohteen asettamat vaatimukset nostoille

Esimerkkikohde käsittää kaksi erillistä rakennusta. Rakennustoimenpiteet tapahtuvat korkealla noin 20 – 30 metrissä. Toisistaan etäällä olevien rakennusten johdosta nosturin toimiminen yhdestä toimipisteestä käsin ei ole mahdollista. Nosturin mahdolliset sijoituspaikat on esitetty työmaan alustavassa aluesuunnitelmassa, liitteessä 5. Etäisyys nosturin sijoituspaikasta taakan etäisimpään pisteeseen tulee olemaan arviolta noin 35-metriä sekä A- että B-talossa. Esimerkkikohteen päänostokoneen tulee olla raskas mahdollisten betonielementtiasennusten ja sääsuojan osittaisen siirron mahdollistamiseksi. Ajoneuvonosturia käytettäessä tulee sen kokoluokaltaan olla 200-tonnia. Tampereen kaupungin kanssa on keskusteltu käytettävistä nostoalueista. Kaupunki on antanut luvan nostaa taakkoja tarvittaessa kadun yli. Taakan ollessa ajokaistojen päällä liikenne tulee katkaista. Nostokoneen puomin alitse liikenne sallitaan. Nosturin sijoittaminen Hämeenpuistoon liitteen 5 mukaiseen paikkaan on mahdollista puistossa sijaitsevien puiden siirtoistutusten myötä.

Tämän työn kappaleessa 10. *Menetelmävalinnat* pyritään arvioimaan jokaisen menetelmän vaatimien nostotöiden kustannukset kyseessä olevalle menetelmälle kokonaiskustannusten selvittämiseksi ja näin edelleen kokonaistaloudellisimman menetelmän valinnan tueksi.

8.3 Telineet ja sääsuojat

Kuten nosto- ja siirtokaluston suunnittelussa kannatta telineiden ja sääsuojan suunnittelussa hyödyntää mahdollisuus samanaikaiseen suunnitteluun rakenteellisten ja tuotannollisten ratkaisujen kanssa. Esimerkkikohteen kaltaisessa hankkeessa on sääsuojaus välttämätöntä alempien tilojen suojelemiseksi.

Tuotannon sujuvuuden takaamiseksi tulee sekä sääsuojauksen että telineiden ennalta suunnitteluun panostaa. Tuotannon sujuvuuden myötä hanke on mahdollista viedä läpi kustannustehokkaasti. Rakenteellisilla ratkaisuilla ja tuotannon suunnittelulla pyritään

vaikuttamaan sääsuojauksen laajuuteen ja tarpeeseen. Sääsuojauksen menetelmävalinnan tulee olla linjassa kohteen muiden tuotantomenetelmien kanssa. Esimerkkikohteessa tämä tarkoittaa käytännössä lisäkerrokseen nostettavien materiaalien ja elementtien asennusmahdollisuutta sääsuojan alle kuitenkin suojuksen tarpeettoman katkeamattomuuden kustannuksella. Rakenteellisilla ratkaisulla kyetään määrittämään sääsuojauksen tarvetta valittujen rakenteiden herkkyydellä kosteudelle ja alhaiselle lämpötilalle. Toisaalta rakenteellisilla ratkaisulla pystytään vaikuttamaan rungon pystytysnopeuteen ja näin edelleen vesikaton sekä vaipan säänkestävyyteen.

Sääsuojauksen muodostamat kustannukset syntyvät pääsääntöisesti telinekaluston- ja sääsuojien vuokrakuluista. Vuokrakulujen lisäksi sääsuojauksen kokonaiskustannuksiin vaikuttavat asennus- ja purkukustannukset nostureineen ja rahteineen. Kustannuksia kyetään rajoittamaan suojausajan minimoinnilla ja suojausmenetelmän huolellisella suunnittelulla.

Sääsuojauksen suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota sääsuojan käyttöön, suojauksen pystytykseen ja purkuun sekä suojauksen mahdolliseen työmaakiertoon. Paras hyöty suojauksesta saadaan kun työmaakierron ja lohkojaon avulla varmistetaan suojauksen mahdollisimman suuri käyttöaste. [59]

Kappaleessa 10. *Menetelmävalinta* pyritään selvittämään vertailtavien menetelmien vaatimukset sääsuojaukselta ja edelleen vaatimusten kustannuserot toisiinsa verrattuna. Sääsuojauksesta muodostuvilla kustannuksilla on vaikutus kokonaistaloudellisimman menetelmän valintaan. Esimerkkikohteessa sääsuojauksen katkeamattomuuden varmistamiseksi tulee mahdollinen elementtirakenteiden käyttö suunnitella erittäin hyvin ennalta.

Tässä työssä esimerkkikohteen sääsuojaukseksi on suunniteltu ja laskettu telinejärjestelmän katutasosta ylös. Telineiden päälle on suunniteltu suojahuppu. Korkean korotuksen vuoksi konsoleilla toteutettava sääsuojaus tuskin onnistuu esimerkkikohteeseen. Telineet rakennuksen ympärillä voidaan tulla tarvitsemaan myös mahdollisen parveke-remontin yhteydessä. Seinätelineiden määrä taloa kohde on noin 2200m². Kummankin talon katolle rakennettava suojahuppu on noin 650m². Arvioitu sääsuojauksen tarve on puoli vuotta taloa kohden. Telineiden ja suojahupun kustannukset on laskettu liitteessä 7.

9 KUSTANNUSVERTAILU JA -LASKENTA

9.1 Kustannusten muodostumien

Hankkeen rakennuskustannukset muodostuvat rakennus- ja laiteosien määrästä ja niiden yksikkökustannuksista, lisättynä hankkeen ja työmaan ohjauksesta ja toteutuksesta syntyvistä kustannuksista niin kutsutuista käyttö- ja yhteiskustannuksista. Rakennusosien yksikkökustannuksiin vaikuttavat hankkeen koko, haluttu laatu, työ kustannukset ja -työmenekki, materiaalivalinnat, rakenneratkaisut ja tuotantomenetelmä. Käyttö- ja yhteiskustannukset käsittävät kustannukset, joita ei voida osoittaa suoraan yksittäiselle rakennusosalle tai suoritteelle. Yleis- ja yhteiskustannuksia ovat esimerkiksi nosturit, sääsuojaukset, sosiaalitalat ja jätekulut. [34]

Rakennusyritys käyttää eri laskenta- ja kustannusohjausmenetelmiä hankkeen luonteesta riippuen. Oma-perusteisen tuotannon ja KVR -hanke käsittävät laajalti suunnitteluvaiheen kustannusohjausta ja rakennusvaiheen laskelmia. Perinteinen urakointi käsittää tarjouslaskennan, tuotantolaskennan, toteutuksen aikaisen kustannustarkkailun ja jälkilaskennan. [34]

Kappaleessa 8. *Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus ja tuotannon suunnittelu* kuvassa 8.1 on esitetty rakennushankkeen kustannusten määräytyminen ja konkretisoituminen. Kuvaajasta käy ilmi kuinka rakennushankkeen investointikustannuksiin vaikuttavat tehdyt suunnitteluratkaisut. [34]

9.2 Kustannusten laskenta

Kustannuslaskenta on yksi keskeisimmistä suunnittelun ohjauksen ja tuotannon tavoitelaskennan lähtötiedoista. Kustannuslaskennan menetelmiä ovat *suoritelaskenta*, *rakennusosalaskenta*, *tuoteosalaskenta* ja *tilalaskenta*. Suoritelaskenta on rakentamisvaiheen kustannuslaskentamenetelmä. Rakennusosalaskentaa käytetään rakennussuunnitteluvaiheessa kustannuspuutteen tarkistusmenetelmänä, vertailulaskelmien laadinnassa ja omakustannushinnan määrittämisessä. Tuoteosalaskennassa määränimekkeet erotellaan ja hinnoitellaan tuoteosittain. Tuoteosalla käsitetään kokonaisuutta joka muodostuu useasta rakennusosasta. Tuoteosa kustannukset koostuvat sen sisältämien rakennusosien yksikkökustannuksiin. Kustannukset lasketaan rakennusosien menekin ja rakennusosien yksikkökustannusten perusteella. Tilalaskenta on hankeohjelmavaiheen kustannuspuutteen ja laajuuspuutteen asettamislaskenta. [34]

Liitteessä 7 on esitetty esimerkkikohteeseen alustavasti suunniteltujen ylä- ja välipohjan sekä kantavien ja ei-kantavien seinien eri rakennemahdollisuuksien kustannukset tuoteosittain eriteltynä. Lasketut kustannukset jokaiselle tuoteosalle tukevat esimerkkikohteen rakenneratkaisujen valintaprosessia ja omakustannushinnan määrittämisessä. Esitetyt väli- ja yläpohjan sekä seinärakenteiden kustannuslaskelmat perustuvat Rakennusosien kustannukset 2014 julkaisuun [53], materiaalitoimittajien antamiin tarjouksiin sekä aikaisemmin toteutuneista hankkeista kerättyyn jälkilaskentaan ja informaatioon.

Vaihtoehtolaskelmilla pyritään järjestämään muuten laadun ja muut vaatimukset täyttävät vaihtoehtoiset rakennejärjestelmät kustannusten perusteella järjestykseen. Ollakseen paras mahdollinen vaihtoehto yksittäisen rakennushankkeen erityispiirteet huomioiden tulee ratkaisun olla teknisesti toimiva, tuotannollisesti toteutettavissa ja taloudellisesti kokonaisedullisin. Ongelmaksi muodostuu yhdessä teknisesti, tuotannollisesti ja taloudellisesti parhaan ratkaisun löytäminen. Päätös voidaan tehdä joko henkilökohtaisiin käsityksiin perustuen tai hakemalla järjestelmällisesti päätöksentekoa tukevia tekijöitä ja analysoida niiden vaikutus toteutukseen ja kustannuksiin. Järjestelmällinen päätöksenteko perustuu koottuihin tietoihin ja niihin perustuviin laskelmiin ja suunnitelmiin. Laskelmissakaan ei voida kuitenkaan mitata kaikkia kuten esimerkiksi valitun menetelmän vaikutusta sidosryhmiin. Esimerkkikohteessa sidosryhmillä voidaan käsittää asunnoissaan asuvat asukkaat. Mittaamalla mahdottomien tekijöiden vaikutus tulee arvioida erikseen. [54]

Vaihtoehtolaskelmilla kyetään hankkeen teknisessä suunnitteluvaiheessa vertaamaan rakennusosien rakenne- ja materiaalivaihtoehtoja, työ- ja tuotantomenetelmiä sekä eri hankintavaihtoehtoja. Vaihtoehtolaskelmissa tulee kiinnittää huomioita laskelmien vertailukelpoisuuteen. [54]

Rakennusteknisten- ja LVIS-rakenteiden valinnassa tulee huomioida rakennuskustannusten lisäksi valintojen vaikutus ylläpitokustannuksiin kuten lämmitykseen, siivoukseen ja kunnossapitoon. [54] Tässä työssä ei huomioida LVISA- eikä rakennusteknisten rakenteiden elinkaarikustannuksia.

9.3 Esimerkkikohteen asettamat erityispiirteet

Lähteessä [34] Rakennushankkeen kustannushallinta esitetään korjausrakentamisen asettamia erityispiirteitä rakennushankkeen kustannuslaskentaan ja hallintaan. Korjausrakentaminen käsittää useita vain korjaustyölle ominaisia työsuorituksia johtuen muun muassa purkutöistä, väliaikaisesta tuennasta, paikkaustöistä ja suojauksesta. Esimerkkikohteen luonteen vuoksi voidaan löytää korjauskohteen erityispiirteet esimerkkikohteesta vaikka kyseessä ei ole varsinainen korjaushanke.

9.4 Tuotantotekniikka

Tuotantotekniikalla ymmärretään teknillisiä valintoja, jotka liittyvät muun muassa esivalmistustekniikan, muottikaluston ja työmaakaluston valintaan. Tuotantotekniikan valinnalla saattaa olla merkittävä vaikutus kustannuksiin. Väärin valitulla rakenteella saatetaan rajoittaa tuotantoteknillisiä menetelmiä. [54]

Työmaatekniikan käyttö- ja yhteiskustannukset käsittävät ne työmaan toimittoja ja palveluja käsittävät kulut mitä ei voida osoittaa suoraan yksittäiselle työsuoritteelle tai rakennusosalle. Työmaatekniikan kustannukset muodostuvat muun muassa työnjohdosta, työmaarakennuksista, työmaan tilapäisrakennuksista ja suojauksista. [34]

Työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksissa syntyvillä eroilla eri tuotantotekniikoiden välillä on merkittävä kustannusvaikutus. Vaihtoehtolaskelmissa tulee huomioida eri vaihtoehtojen vaikutus työmaan yleis- ja yhteiskustannuksiin. Kustannukset voivat olla joko suoria tai välillisiä. Välilliset kustannukset muodostuvat menetelmän vaikuttaessa laajempaan kokonaisuuteen kuten muihin rakenteisiin, detaljeihin tai työmaan suojausjärjestelyihin. Näin yksittäisen rakennusosan valinta vain sen kustannuksiin perustuviin tarkasteluihin perustuen voi olla vaarallista ja johtaa väärään valintaan. [54]

Muun muassa elementtitekniikka muodostuu edulliseksi kun sillä ajallisesti saavutettu säästö voidaan hyödyntää. Tekniikoiden väliseen kustannuseroon vaikuttavat lisäksi esimerkiksi kantavien seinien sijoittelu ja määrä. Usein tekniikoiden välinen kustannusero on yritysکوhtainen. Kustannustehokkaimmaksi menetelmäksi muodostuu usein menetelmä joka osataan ja jonka toteutukseen on olemassa tarvittava kalusto. [54]

Esimerkkikohteessa elementtirakentaminen asettaa toimivalle sääsuojaukselle kovat vaatimukset. Käytännössä sääsuojausta tulee muuntaa jatkuvasti elementtiasennuksen ajan, sekä väli-, yläpohja- että väliseinäelementtejä asentaessa. Tällainen jatkuva muunneltavuus vaatii 2-3 sääsuoja-asentajaa työmaalle koko elementtiasennuksen ajan.

10 MENETELMÄVALINTA

10.1 Pohjatyo

Esimerkkikohteen tuotantomenetelmän valintaan vaikuttavat luvuissa 2 – 5 esitetyt esimerkkikohteen lähtötiedot, ominaisuudet ja erityispiirteet. Esimerkkikohde asettaa rajoituksia muun muassa sijaintinsa, korkeutensa, vanhojen rakenteiden ja käyttäjän toiminnan myötä. Luvun seitsemän mukaiset arkkitehtoniset ja rakenteelliset vaatimukset luovat niin rakenteellisille valinnoille kuin tuotannollisille menetelmille rajoituksia. Erityisesti palotekniset vaatimukset, mitä on esitetty kappaleessa 5.2.2 *Palonsuojaus ja poistumistiet* rajoittavat rakenneratkaisujen ja – materiaalien valintaa. *Rungon rakenneteknisten vaihtoehtojen vertailussa* kappaleessa 7. on kerrottu eri runkoratkaisujen sekä toiminnallisten että materiaalivalinnan asettamat käyttömahdollisuudet. Kappaleessa 8. *työmaatoteutus* on käyty lävitse työmaan toteutuksen kannalta huomioitavia asioita mitkä tulee huomioida ennen rakentamisvaihetta. Kappaleessa 6. *Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus ja tuotannon suunnittelu* on esitetty suunnittelun ohjauksen periaate ja perusteltu olemassa olon tarve. Tässä kappaleessa on laskettu esimerkkikohteessa teknisesti hyväksytyjen ja potentiaalisten mahdollisten liitteessä 6 esitettyjen rakenneratkaisujen rakennusosakustannukset. Rakennusosakustannuksella tarkoitetaan kustannuslaskentaa missä määrät on eritelty ja hinnoiteltu rakennusosittain. Rakennusosakustannusten selvittämisen jälkeen valitaan kokonaisedullisimmat rakenteen joiden rakennesuunnittelua tarkennetaan. Kokonaisuudessaan prosessi etenee kuvan 6.3 mukaisesti.

Tämän diplomityön ohella tehdyn rakenne- ja arkkitehtisuunnittelun myötä mitä todennäköisimmin yläpohjamuodoksi valitaan vinon sisäkaton muodostava rakenne. Vино sisäkatto luo asuinhuoneistoon ullakkohuoneiston tunnelman, jonka uskotaan olevan myynnillisesti eduksi. Toinen vinoon sisäkaton muotoon ajava syy on rakennuksen korkeus.

10.2 Yleis- ja yhteiskustannusten vaikutus

Laskettujen esimerkkikohteessa teknisesti mahdollisten rakenneratkaisujen rakennusosakustannuksiin tulee lisätä arvioidut yleis- ja yhteiskustannukset jokaiselle menetelmälle mahdollisimman tarkasti eriteltynä. Esimerkkikohteessa suurimmat menetelmien väliset yleis- ja yhteiskustannukset muodostuvat sääsuojaus tarpeesta sekä nosto- ja telinetöistä. Nosto- ja telintöiden lisäksi yleiskustannuksia kertyy vaadittavista katuvoimaksesta. Tampereen katualuilla perittävän katualuetaksan mukaisesti katualuevuokrat kertyvät 100€/n tarkastusmaksusta ja 40€/n päivittäisestä katualuevuokrasta [55].

Sääsuojauksen, katualueen vuokra, rakennustelineiden ja nostotöiden kustannukset perustuvat palvelun käyttöaikaan. Toisin sanoen kunkin kustannuserän käyttöajan minimoinnilla lasketaan muodostuneita kustannuksia. Toisaalta sekä nostotöiden, telineiden ja sääsuojauksen mahdollisimman edullisella yksikköhinnalla lasketaan kustannuksia. Menetelmään soveltuvalla, mutta mahdollisimman tiukalle mitoitetulla menetelmällä saavutetaan kustannustehokkuus.

Tuotantomenetelmän valinnalla kyetään lyhentämään projektin rakentamisvaiheen aikataulua millä vaikutetaan työmaan aikasidonnaisiin yleiskustannuksiin kuten väliaikaisten rakennusten, katuvuokrien ja sosiaalityöjen kustannuksiin. Rakenteiden esivalmistusasteen nostolla pystytään työmaan kokonaisaikaa lyhentämään työmaalla tehtävien rakennustoimenpiteiden määrän laskiessa.

Tuotantomenetelmää valittaessa tulee miettiä kohteen ajoitusta vuoden ajan suhteen. Muun muassa sääsuojaus ja talvilisätyöt lisäävät kustannuksia. Talvilisätyötä pystytään laskemaan esivalmistusasteen nostolla. Esimerkiksi paikallavalurakentamisessa talvella muodostuu lisäkustannuksia betonin lämmittämisestä ja kuivumisajan venymisestä. Esimerkkikohteessa sääsuojaus on pakollinen käyttäjän toiminnan turvaamiseksi vuodenajasta riippumatta.

10.3 Talotekniset järjestelmien huomiointi

Rakennusosakustannusten, yleis- ja yhteiskustannusten lisäksi huomioidaan menetelmävalinnassa taloteknisten järjestelmien reititys- ja asennusmahdollisuudet. Talotekniikan asennusten vuoksi rakennettavien erillisten koteloiden ja alaslaskettavien kattojen tarve pyritään minimoimaan.

10.4 Yläpohjarakenteiden vertailu

Vertaillaan paikalla valettavan, ontelolaatan, kuorilaatan ja siporex yläpohjien sekä työ ja materiaalikustannuksia kantavan rakenteen ja sen päällisten vesikattorakenteiden osalta. Rakenteena alapuolinen tasoitus sisältyy vertailuun. Yläpohjarakenteiden esivalmistusaste, vaadittavat nosto- ja siirtotoimenpiteet, sääsuojauksen tarve sekä rakennusosan työmenekit kuuluvat vertailuun. Yläpohjarakenteiden vertailut on esitetty liitteessä 7 olevassa taulukossa. Työmenekkien osalta taulukkoon on eritelty kantava rakenne ja sen päällinen vesikattorakenne. Rakenteiden esivalmistusastetta arvioidaan menetelmän työmenekin perusteella. Kaikki esitetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia.

10.4.1 Paikallavalu teräsbetoni

Liitteessä 6 esitetty yläpohjarakenteet YP1.1 ja YP1.2 kantavana rakenteena toimii paikalla valettava teräsbetoniholvi jonka päälle asennetaan höyrynsulkukermi, lämmöneris-

teet ja vesikaton rakenteet. YP1.1 sisäkaton muoto on suora ja YP1.2 sisäkaton muoto on vino. Vesikattorakenne YP1.1:ssä on puurunkoinen vesikatto. YP1.2:ssa vesikettorakenne rakenteen muodostavat betonirakenteen päälle asennettavat puuvasat. YP1.1 kaltaisen rakennusosan kustannukset ovat *140,12€/m²*. YP1.1 rakennusosakustannukset koostuvat teräsbetoniholvista, *68,02€/m²*, ja laattaa täydentävistä rakenteista. Laatan yläpuoliset vesikattorakenteiden rakennusosakustannukset ovat *68,69€/m²* ja laatan alapuolinen tasoitus- ja maalaustyö *3,41€/m²*. Kantavan rakenteen kustannuksissa ei ole huomioitu muottitarvikkeista syntyviä kustannuksia. Vastaavan vinon teräsbetonisen paikkavaletun yläpohjan rakennusosakustannukset ovat *213,74€/m²*. Kantavan teräsbetonilaatan kustannuksiksi on arvioitu *95€/m²* kantavan laatan yläpuoliset vesikattorakenteet *118,74€/m²* ja laatan alapinnan tasoitus- ja maalaustyö materiaaleineen *3,41€/m²*.

Paikallavalettavan kantavan yläpohjarakenteen esivalmistusaste on matala. Paikallavalettavan teräsbetoniholvin työmenekki suoralla sisäkaton muodolla on *0,90tth/m²* ja vinolla sisäkaton muodolla *1,15tth/m²*. YP1.1 mukaisen yläpohjakokonaisuuden työmenekki on *1,78tth/m²* ja YP1.2 mukaisen rakenteen työmenekki *2,05tth/m²*. Matalan esivalmistusasteen johdosta työn osuus työmaalla on suuri.

Talotekniikan asennusten ja reitityksen kannalta paikalla valettu yläpohjalaatta antaa hyvät edellytykset ilmastointi-, viemäri ja sähköasennuksille. Alapuolisten tilojen alakattorakenteiden tarve on näin ollen vähäinen. Sääsuojauksen aikaisin purkuajankohta on kun lopullisen vesikatteen aluskate on asennettu. Rakenteen toteutukseen vaaditaan nostotöitä muottikaluston ja raudoitteiden nostoihin. Betonointi tulisi tapahtumaan pumppaamalla liitteen 5 olevan alustavan aluesuunnitelman mukaisilta alueilta.

10.4.2 Ontelolaatta

Liitteessä 6 on esitetty ontelolaatalla toteutettavan yläpohja. Yläpohjarakenteet YP2.1 ja YP2.2 ovat kantavaa rakennetta lukuun ottamatta paikallavalua vastaavat. YP2.1 mukainen yläpohjarakenteen rakennusosakustannukseksi muodostuu *139,00€/m²*. Ontelolaatastolta vaadittava kahden tunnin R120 palovaatimus nostaa laatan hintaa. O20 laatan neliöhinta nousee noin 30-prosenttia. Suoran kantavan yläpohjalaatan rakennusosakustannukseksi muodostuu *56,61€/m²* ja tätä täydentävien rakenteiden kustannuksiksi *90,98€/m²*. Vinolla sisäkaton muodolla toteutettaessa YP2.2 mukaisen rakenteen rakennusosakustannukseksi muodostuu *177,35€/m²*. Vinon sisäkaton muodostava ontelolaattarakenne kustantaa *58,61€/m²*. Kantavan rakennetta täydentävien vesikattorakenteiden ja alapuolen tasoitusten voidaan katsoa kustantavan saman verran kuin paikalla valetussa YP1 mukaisessa rakenteessa. Yhteensä suoralla yläpohjalla *82,39€/m²* ja vinolla yläpohjalla *118,74€/m²*.

Ontelolaattarunkoisen yläpohjan esivalmistusaste kantavan rungon osalta on korkea. Työmenekki on YP2.1 mukaisella rakenteella *0,10tth/m²* ontelolaatat asennettuna, rau-

doitettuna ja saumattuna, vinolla sisäkatolla työmenekki on arviolta 1,2.kertainen 0,12tth/m². YP2.1 mukaisen yläpohjakokonaisuuden työmenekki on 0,98tth/m² ja YP2.2 mukaisella vinolla sisäkatolla 1,02tth/m². Suuren esivalmistusasteen myötä työmaan kokonaiskesto pystytään lyhentämään.

Talotekniset asennukset vaativat ilmastointijärjestelmän ja sähköasennusten osalta ontelolaataston rei'ityksen ja alakattorakenteita. Sääsuojauksesta voidaan luopua aluskatteen ollessa asennettuna. Nostokalustoa vaaditaan ontelolaattaelementtien asentamiseen, sääsuojauksen siirtoon sekä vesikattorakenteiden nostoon. Sääsuojaus tulee olla vaihteittain purettavissa tai siirrettävissä elementtiasennuksen mahdollistamiseksi. Saumapumppaus tapahtuu maasta pumppukalustolla.

10.4.3 Kuorilaatta

Liitteessä 6 on esitetty kuorilaatalla toteutettavan yläpohja. YP3.1 ja YP3.2 yläpohjarakenteissa kantavana rakenteena toimii kuorilaatta. Muuten rakenteen kuten YP1.1 / YP2.1 ja YP1.2 / YP2.2. Kuten ontelolaatalla kuorilaatan kustannukset nousevat palovaatimusten johdosta. R120 täyttävän laatan hinta 47€/m² alv0%. Kokonaisuudessa kantavan rakenteen kuorilaatan ja paikallavalun kustannuksiksi suorassa yläpohjassa YP3.1 mukaisesti muodostuu 92,63€/m² alv0% ja vinolla sisäkaton muodolla 106,53€/m² alv0%. Kantavan rakenteen päälle tulevien rakenteiden voidaan katsoa maksavan saman verran kuten edellä olevissa paikallavaletussa (YP1) ja ontelolaatastolalla (YP2) toteutetussa rakenteessa. Tällöin YP3.1 mukaisen rakennusosan kustannukseksi muodostuu 164,73m² ja YP3.2 mukaisen rakenteen hinnaksi 225,26€/m².

Kuorilaataston perusajatuksena on yhdistää elementtitekniikan ja paikallavalun hyvät puolet. Kuorilaatta käytetään muottina jota ei tarvitse purkaa. Kuorilaatta sisältää valmiiksi laatan alapinnan raudoituksen. Kuorilaataston asennuksen ja betonoinnin työmenekki 0,38tth/m² YP3.1 mukaisella rakenteella. YP3.2 mukaisella vinolla rakenteella työmenekiksi arvioidaan 1,3-kertainen 0,50tth/m². Kokonaisuudessa rakenteen YP3.1 työmenekki on 1,26tth/m³ ja YP3.2 1,40tth/m². Rakenteen esivalmistusaste on täys-elementtirakentamisen ja paikallavalettavan holvin välissä.

Talotekniikan asennukset kuorilaatastoon vaatii laatan rei'itystä. Kuorilaattaelementtien asentamiseen vaaditaan nostokalusto. Rakenne vaatii sääsuojauksen kunnes vesikate on säänkestävä. Vastaavasti kuten ontelolaattojen asennuksessa tulee sääsuojan olla sivuun siirrettävä elementtiasennuksen mahdollistamiseksi. Betonointi suoritetaan pumppamalla katutasosta.

Kuorilaatan paikallavalettava betoni pääsee kuivamaan ainoastaan ylöspäin. Betonin kuivumisaika voi tulla rajoittavaksi tekijäksi, sillä laatan päälle asennetaan höyrynsulkukermi joka estää kuivumisen ylöspäin.

10.4.4 Karkaistu kevytbetoni

Liitteessä 6 on esitetty siporexilla toteutettavan yläpohja. YP4 mukaisessa karkaistulla kevytbetonilla toteutettu yläpohjarakenteessa kantavana rakenteena toimivat siporex-lankut, joiden päälle tulevat eristeet sekä vesikaton rakenteet. Kuori- ja ontelolaatastojen tapaan karkaistuissa kevytbetoni lankuissa R120 palovaatimus nostaa materiaalin hintaa. R120 täyttävällä karkaistulla kevytbetonirakenteella YP4.1 rakennusosakustannukseksi muodostuu *126,34€/m²* ja vinolla sisäkatolla YP4.2 mukaisella rakenteella *172,94€/m²*.

Kantavana rakenteena toimivan Siporex-yläpohjan työmenekki on 0,1tth/m² sekä suoralla että vinolla sisäkaton muodolla. kokonaistyömenekki YP4.1:llä on 0,98tth/m² ja YP4.2:lla 1,0tth/m². Rakenteen esivalmistusaste on korkea ja vastaa ontelolaattarakenteen esivalmistusastetta. Talotekniikan asennuksia varten tulee siporexiin roilota reitit sähköasennuksia varten ja ilmastointikanaville tulee tehdä tarvittavat rei'itykset. Yläpohjan omapaino on vertailtavista rakenteista kevyin silloin kun kantavana rakenteena on siporex. Kantavan siporex rakenteen paino rakenteen paksuuden ollessa 250mm 0,75kN/m² – 1.5kN/m².

Nostokalustolta vaaditaan lähes raskaimpien elementtirakenteiden vaatimat vaatimukset sääsuojan siirreltävyyyden johdosta. Sääsuojauksen tarve vastaa muita elementtirakenteita.

10.5 Yläpohjarakenteiden vertailun tulokset

Rakennusosakustannuksia tarkastellessa halvin yläpohjan rakenneratkaisu on suoralla sisäkaton muodolla oleva ontelolaatasto yläpohjarakenne 139€/m². Rakennusosaltaan edullisin vinon sisäkaton muodostama rakenneratkaisu saadaan Siporex-rakenteella 172,94€/m². Ontelolaataston edullisuus suorassa katossa kuten siporexin edullisuus vinossa katossa perustuvat runkorakenteen edullisuuteen. Täydentävien rakenteiden eri rakenneratkaisuille eivät eroa oleellisesti toisistaan.

Kallein sekä suoralla että vinolla sisäkaton muodolla oleva rakenneratkaisu rakenneosia vertaillessa on paikalla valettu yläpohja. Suoralla katolla 140,12€/m² ja vinolla 213,74€/m². Sekä suoralla että vinolla sisäkaton muodolla paikallavalettava holvi on työmenekiltään alhaisin.

Esivalmistusasteeltaan täyselementtirakenteiset, ontelolaatta ja siporex, ovat korkeimmat. Paikallavalettava teräsbetoniholvi on esivalmistusasteeltaan alhaisin. Kuorielementti jää paikallavalun ja elementtirakenteiden väliin esivalmistusasteeltaan.

Sääsuojaukselta vaaditaan eniten muunneltavuutta elementtirakenteisten rakenneosia käytettäessä. Paikallavalumenetelmällä yläpohja toteutettaessa säältä suojaus ei kärsi välttämättä missään työvaiheessa.

Talotekniikan asennuksista muodostuu vähiten rakennusteknisiä kustannuksia alakatto-
töiden, kotelointien, juottamisien, porausten ja piikkausten vähyden johdosta paikalla-
valutekniikalla.

Suurimmat nostotyöt verrattavista yläpohjarakenteista aiheuttaa elementtirakenteiset rakenteet. Betonin pumppaus onnistuu katutasosta.

10.6 Välipohjarakenteiden vertailu

Vertaillaan paikalla valettavaa teräsbetonilaatta, ontelolaatta, kuorilaatta, liittolaatta, teräspoimulevy ja siporex – välipohjien kustannuksia sekä kantavan rakenteen että sitä täydentävät rakenteet huomioiden. Välipohjan alapinnan tasointi ja maalaus sekä lattia-
pinnoite sisältyvät vertailuun. Välipohjarakenteiden esivalmistusaste, vaadittavat nosto-
ja siirtotoimenpiteet, sääsuojauksen tarve sekä rakennusosan työmenekit esitetty liittees-
sä 7 olevassa taulukossa. Työmenekkien osalta taulukkoon on eritelty kantava rakenne
ja sen päälliset lattiarakenteet. Rakenteen esivalmistusastetta arvioidaan menetelmän
työmenekin perusteella. Kaikki esitetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia.

10.6.1 Paikalla valettu teräsbetoni

Paikalla valettu teräsbetoni välipohja on vertailtavista välipohjaratkaisuista esivalmis-
tusasteeltaan alhaisin. 260mm – 300mm paksuna toteutettaessa välipohjarakenne täyttää
vaaditut ääneneristysvaatimukset. Ääneneristysvaatimus kyetään toteuttamaan myös
kelluvalla lattialla. Liitteessä 6 detaljissa VP1 on esitetty massiivinen laatta ja VP2 mas-
siivinen laatta kelluvalla lattialla.

Talotekniikan asennusreittinä toimii paikallavaluholvi, viemäri- ja ilmastointivedot kye-
tään asentamaan betonivalun sisään. Alapuolen kattopinta pystytään periaatteessa to-
teuttamaan tasoittamalla ja maalaamalla ilman erillisiä alakattorakenteita. Massiivisessa
laatassa VP1 lattiapinnoite pystytään asentamaan ilman erillisiä rakennekerroksia suo-
raan valettavan pinnan päälle. VP2 rakenteen kelluvassa lattiassa kantavana rakenteena
toimivan laatan päälle asennetaan askeläänieriste minkä päälle erillinen teräsbetonivalu.
Kelluva lattia mahdollistaa lattialämmityksen asentamisen. Teräsbetoninen välipohja on
massiivinen rakenne. 260mm paksu välipohjalaatta painaa 6.5kN/m² joka on vertailta-
vista välipohjarakenteista painavin.

VP1 kaltaisten massiivisen teräsbetonisen välipohjarakenteen kantavan rakenteen työ-
menekki on 0,90tth/m² ja rakennusosakustannukset 68,02€/m². Kantavan rakenteen
rakennusosakustannuksissa ei ole huomioitu muottitarvikkeista muodostuvia materiaa-

likuluja. VP1 mukaisen laatan päälliset rakenteet ja alapuolen kattotasoitteen työmenekki on 0,31tth/m² ja rakennusosakustannukset 47,10€/m². VP2 mukaisen kelluvan lattian kantavan rakenteen päälliset rakenteiden työmenekki on 0,38tth/m² ja rakennusosakustannukset 58,76€/m². VP1 mukaisen massiivisen teräsbetoniholvin rakennusosakustannukset ovat 115,12€/m² ja VP2- rakenteen rakennusosakustannukset ovat 126,78€/m².

Paikallavalettava välipohjarakenne vaatii nostokalustoa muottikaluston ja raudoitteiden nostoon. Sääsuojaukselle paikallavalumenetelmä ei vaadi suurta muunneltavuutta. Betonointi pystytään toteuttamaan pumppaamalla katutasosta.

10.6.2 Ontelolaatta

Ontelolaatalla toteutettavat välipohjarakenteet on esitetty liitteen 6 detaljeissa VP3 ja VP4. VP3:ssa kantavana rakenteena on 370mm paksu ontelolaatta joka tasoitetaan ja pinnoitetaan ääneneristysvaatimukset täyttävällä materiaalilla. VP4 rakenne koostuu 270mm korkeasta ontelolaatasta minkä päälle asennettu kelluva lattia. Vertailun helpottamiseksi sekä VP3 että VP4 lattiamateriaalina on käytetty lautaparkettia. Laatan alapinta tasoitetaan ja maalataan. VP3 mukaisen rakenteen työmenekki kantavan rakenteen asennuksen osalta 0,08tth/m² ja täydentävien rakenteiden osalta 0,31tth/m². Rakennusosakustannukset VP3 mukaisessa rakenteessa ovat R120 täyttävän o37 ontelolaatan osalta 49,00€/m² ja täydentävien rakenteiden osalta 57,09€/m². VP3 rakenteen kokonaiskustannus 104,13€/m². VP4 mukaisen rakenteen o27 kantavan ontelolaatan työmenekki on 0,08tth/m² ja täydentävien rakenteiden työmenekki on 0,67tth/m². Rakennusosakustannukset kantavalle R120 o27 ontelolaatalle 45,00/m² ja täydentäville rakenteille 72,84€/m². VP4 rakenteen kokonaiskustannus 125,88€/m².

Välipohjan talotekniikan asennukset vaativat ontelolaataston reikävarauksia sekä alemman kerroksen alakattorakenteita. Wc- ja pesutilojen viemärit asennus voidaan toteuttaa kylpyhuone- tai tekniikkalaattoja hyväksikäyttäen. Kylpyhuone- ja tekniikkalaatan vaihtoehtona voidaan käyttää paikallisesti matalampaa ontelolaattaa tai kuorilaattaa, minkä päälle asennetaan talotekniikan järjestelmät ja valetaan kallistusvalu. Vastaavasti voidaan käyttää paikallista paikallavalua. Pintavalu mahdollistaa märkätilojen lattialämmityksen.

Sääsuojan tulee olla vaihteittain siirrettävä tai poisnostettava ontelolaataston asennustyön mahdollistamiseksi. Ontelolaattavälipohja vaatii nostotöitä ontelolaattojen asentamiseksi sekä raudoitteiden nostoihin. Kelluva lattia ja saumavalut kyetään toteuttamaan katutasosta pumppaamalla.

10.6.3 Kuorilaatta

Liitteen 6 detaljin VP5 mukainen kuorilaattarakenne käsittää 100mm paksun R120 täyttävän kuorilaattaelementin, 170mm paksun paikallavalun, laatan alapuolen tasoituksen ja maalauksen ja lautaparketti lattiapinnoitteen.

Kantavan rakenteen työmenekki on 0,38tth/m². Täydentävien rakenteiden työmenekki 0,31tth/m². Kantavan R120 rakenteen rakennusosakustannukset ovat 92,63€/m². Täydentävien rakenteiden kustannukset ovat 47,05€/m². Näin kuorilaatalla toteutetun välipohjarakenteen rakennusosakustannukseksi muodostuu 139,68€/m²

Kuorilaattaelementti toimii muottina ja alapinnan raudoituksena. Esivalmistusasteeltaan menetelmän voidaan katsoa olevan paikallavalu- ja ontelolaattamenetelmän välissä. Sääsuojaukselta vaaditaan samat muuntautumiskyvyt kuin ontelolaatta-asennuksessa. Nostotyöt vastaavat ontelolaatta-asennusta. Betonin pumppaus tapahtuu katutasosta.

Taloteknisten asennukset viemäroinnin ja ilmastoinnin osalta pyritään toteuttamaan pääsääntöisesti pintavalussa ja tarvittaessa alemman kerroksen alakattorakenteissa. Kuorilaatat tulee suunnitella LVIS-tekniikan vaatimat rei'itykset huomioiden.

Liittorakenteisen paikallavalun kuivaminen tapahtuu pääsääntöisesti ylöspäin. Tämä tulee huomioida rakenteen kuivamisajassa.

10.6.4 Siporex

Liitteessä 6 detaljissa VP6 on esitetty ääni- ja palotekniset vaatimukset täyttävä siporex välipohjarakenne. Kantavana rakenteena toimii 250mm paksu R120 siporex-laatta min-kä päällä 30mm:n ääneneristeen päälle valettu 70mm paksu kelluva teräsbetonilaatta. Kelluva lattia mahdollistaa lattialämmityksen asennuksen. Lattiapinnoitteena laskennassa käytetään lautaparkettia ja kantavan rakenteen alapuoli tasoitetaan sekä maalataan.

Kantavana rakenteena toimivan siporex:n rakentamisosakustannukset ovat 56,55€/m². Täydentävien rakenteiden kustannukset ovat 71,77€/m². Rakenteen kokonaiskustannukseksi muodostuu 128,32€/m². Kantavan rakenteen työmenekki on 0,14tth/m² ja täydentävien rakenteiden työmenekki 0,67tth/m². Rakennusosan kokonaistyömenekki on 0,81tth/m².

Talotekniikan sähköasennukset asennetaan tyypillisesti roiloamalla Siporex-rakenteeseen urat sähköputkitusta varten. Ilmastointi ja viemäri vaativat rei'itystä siporex-lankkuihin. Ilmastointikanavien ja viemärien reititystä ei pystytä toteuttamaan kantavan rakenteen sisällä. Reititys tapahtuu pääosin alapuolen tilojen alakattojen päällä.

Keveytensä johdosta Siporex-elementtien nosto ei vaadi yhtä järeätä nostokalustoa kuten esimerkiksi ontelolaatta-elementit. Toisaalta nostoja on kappalemäärältään enemmän kuin ontelolaattavälipohjalla elementtien määrästä johtuen. Sääsuojauksen tulee olla siirrettävä elementtiasennuksen mahdollistamiseksi.

10.6.5 Liittolaatta ja teräspoimulevy

Liitteessä 6 detaljissa VP7 on esitetty liittolevyrakenteinen 260mm paksu välipohjarakenne. Rakenne koostuu kuumasinkitystä teräslevystä ja tämän päällisestä teräsbetonivalusta. Pelti toimii valutilanteessa muottina. Detaljin VP8 rakenteessa on esitetty vastaava rakenne käyttämällä muottipeltinä poimulevyä. Kummankin rakenteen pinnoitteena rakennusosalaskennassa on käytetty lautaparkettia. Kummassakin rakenteessa alapuolen kattorakenteena toimii lautakoolaus ja kipsilevy joka tasoitetaan ja maalataan.

VP7 ja VP8 rakenteen rakennusosakustannukset kantavan rakenteen, liittopellin ja betonivalun, osalta ovat 78,02€/m². Täydentävien rakenteiden rakennusosakustannukset ovat 65,75€/m². Rakennusosakustannukset yhteensä VP7 ja VP8 rakenteelle 143,77€/m². Rakenteen työmenekki kantavan rakenteen osalta on 0,27tth/m² ja täydentävien rakenteiden osalta 0,68tth/m².

VP7 ja VP8 mukaisten rakenteiden taloteknisten järjestelmien reititys onnistuu pääsääntöisesti samoilla menetelmillä kuten paikallavaluholvissa. Pääsääntöisesti viemäri- ja ilmastointikanavat kytetään reitittämään betonissa. Peltiprofiilin muodon peittämiseksi asuinrakennuksessa tulee profiilin alapinta koolata ja levyttää ennen tasoitusta ja maalauksia.

Alapinnan tiiviyyden johdosta betoni kuivaa vain ylöspäin mikä on huomioitava kuivumisajassa ja näin edelleen lattian pinnoitettöiden ajoittamisessa.

Nostojen osalta teräspeltiprofiili-betoni liittorakenne vaatii nostotöitä väliaikaisen tuentakaluston, profiilipeltien ja raudoitusten nostojen johdosta. Sääsuojauksessa tulee olla nostot mahdollistava aukotus.

10.6.6 Välipohjarakenteiden yhteenveto

Rakennusosakustannuksiltaan edullisin välipohjarakenne on VP3 mukainen ontelolaattarakenne 104,78€/m². Kallein välipohjarakenne on poimulevyllä toteutetut rakenteet VP 7 ja VP 8 143,77€/m².

Vertailtavista välipohjarakenteista kantavan rungon osalta esivalistusasteeltaan korkein on ontelolaatta-runkoinen välipohja, työmenekki 0,08tth/m². Matalin esivalmistusaste on paikallavalettavilla välipohjarakenteilla, 0,9tth/m². Huomioiden kantavaa rakennetta täydentävien rakenneosien työmenekit korkein esivalmistusaste on VP3-

välipohjarakenne, 0,39tth/m². Matalin esivalmistusaste huomioiden täydentävät rakenteet on paikallavalettavilla välipohjarakenteilla VP1 1,21tth/m² ja VP2 1,28tth/m².

Nostotöiden ja sääsuojauksen muunneltavuuden kannalta vaativimmat menetelmät ovat elementtirakenteet; ontelolaatta, kuorilaatta ja siporex. Sääsuojauksen katkeamattomuuden ja nostotöiden hankaluuden myötä mitä todennäköisimmin välipohja valetaan paikan päällä.

10.7 Liittyminen vanhaan yläpohjaan

Esimerkkikohteen vanhan yläpohjan rakenteen on esitetty luvussa 5. *Vanhat rakenteet*. Vanha yläpohja muutettaessa asuntojen väliseksi välipohjaksi on tämän toteuttava ääni- ja palotekniset vaatimukset. Ääni- ja paloteknisten vaatimusten lisäksi on ensimmäisen uuden asuinkerroksen viemärien reititys toteutettava vanhan yläpohjalaatan yläpuolella. Sekä ääni- palo- että talotekniikan vaatimukset täyttäviä ratkaisuja ovat liitteessä 6 esitetyt välipohjarakenteet VP10 ja VP11. Kummankin tyyppirakenteen kustannukset on laskettu ilman lattiapinnoitetta.

VP10-rakenne esittelee Gyprocin Debel-kerroslattiajärjestelmän. Järjestelmä koostuu metallirangoista ja säätöjaloista joiden päälle asennetaan kaksinkertainen lattiakipsilevy. Kipsilevyjen ja vanhan yläpohjalaatan väliin jää tarvittava asennustila talotekniikan reittejä varten. Gyproc Debel-kerroslattiajärjestelmän kustannusarvio 110€/m² alv0% sisältäen sekä työn ja materiaalin.

VP11:ssa vanhan teräsbetoniyläpohjan päälle asennetaan 200mm kevytsora viemärien asennustilaksi. Kevytsoran päälle asennetaan kipsilevy minkä päälle valetaan 50mm kipsivalu ja edelleen lattiapinnoite. Kustannusarvioksi VP11 rakenteelle materiaaleineen ja töineen on 90€/m² alv0%.

10.8 Väliseinärakenteet

Liitteessä 6 on esitetty tässä työssä vertailtavat väliseinärakenteet. Kantavista väliseinärakenteista vertaillaan betonirakenteisen 180mm paksun sekä elementti- (VS1) että paikallavalettavaa (VS2) rakennetta. Muurattavista seinämahdollisuuksista käydään lävitse Kahi-desipelipontti- (VS3) ja siporexharkkoseinä (VS4). Ei-kantavista seinistä vertaillaan 80mm paksu betoniseinä niin elementti- (VS5) kuin paikallavalurakenteena (VS6). Muurattavista seinärakenteista esitetään kahi-väliseinäponttiharkkoseinä (VS7). Kipsilevyypintaista ei-kantavista seinistä tarkastellaan niin puu- (VS8) kuin teräsrunkoinen (VS9) väliseinä. Seinärakenteiden kustannus-, työmenekki-, esivalmistusaste-, nosto- ja siirtovertailusta on esitetty koonti liitteessä 7. Kaikki esitetyt hinnat ovat arvonlisäverotomia.

10.8.1 Kantava betoniseinärakenteet

VS1 mukainen kantava 180mm paksu kantava betoniseinä voidaan toteuttaa joko elementtirakenteisena tai paikallavalettuna. Kustannusvertailu on tehty molemmille tuotantovaihtoehdoille eriteltynä runkorakenne sekä täydentävät rakenteet käsittäen tarvittavan tasoituksen ja maalauksen molemmin puolin seinää. Elementtirakenteisen seinä rakennusosakustannukset ovat elementin osalta 83,25€/m². Vastaavasti paikalla valettaessa 180mm paksu kantavan väliseinän kustannukset ovat 74,64€/m². Maalaus ja tasoituskustannukset ovat kummallakin tuotantomenetelmällä samat 23,50€/m². Näin elementtiseinän rakennusosakustannukset ovat 106,75€/m² ja paikalla valettavan seinän rakennusosakustannukset ovat 98,14€/m². Elementtirakenteisen kantavan väliseinärakenteen työmenekki on 0,23tth/m² ja paikalla valettaessa 0,91tth/m². Tasoite- ja maalaustöiden työmenekki betoniseinällä on 0,3tth/m².

Sähkö- ja vesiputket voidaan asentaa paikallavaluseinissä muotteihin. Elementtirakenteissa tulee suunnitella etukäteen sähkö- ja vesijärjestelmille tulevat varaukset.

Elementtirakenteisten väliseinien esivalmistusaste on vertailtavien seinäratkaisujen korkein. Elementtirakenteisten väliseinien asentaminen vaatii vertailtavista väliseinäratkaisusta järeimmän nostokaluston ja sääsuojaukselta parhaan muunneltavuuden elementtiasennuksen onnistumiseksi.

10.8.2 Kantavat muurattavat seinärakenteet

VS3-rakenteessa on esitetty 240mm paksuilla desipelikalkkihiekkaponttiharkkoilla toteutettu kantava väliseinärakenne. Rakennusosakustannukset VS3-tyyppiselle rakenteella ovat 72,39€/m² josta tasoite ja maalaustöiden osuus 15,38€/m². Kantavan rakenteen työmenekki on 0,84tth/m². Rakenteen tasoitus- ja maalaustöiden työmenekki on 0,2tth/2. Menetelmä on esivalmistusasteeltaan matala.

Kaksinkertainen kevytbetoniharkkoseinän rakennusosakustannukset VP4-tyypin mukaisesti ovat kantavan rakenteen osalta 138,16€/m². Rakenteen tasoite- ja maalaustöiden kustannukset molemmin puolin maalattuna ovat 23,50€/m². Kantavan rakenteen työmenekki on 1,75tth/m². Vertailtavista kantavista seinistä VS4 mukainen seinärakenne on työmenekiltään hitain. Tasoite- ja maalaustöiden työmenekki on 0,6tth/m².

Sähkökaapelointien- ja vesiputkien sijoittamisen osalta muurattavat seinät aiheuttavat jälkitöitä roilotusten ja paikkausten vuoksi.

Muurattavien seinien vaatimat nostot rajoittuvat harkkojen ja laastien nostoon kerrokseen. Sääsuojauksen muokattavuus on huomattavasti vähäisempi kuin elementtirakenteisilla seinillä.

10.8.3 Ei-kantavat betonirakenteiset väliseinärakenteet

Kuten kantavissa seinissä on ei-kantavien betoniseinien toteutuksessa kaksi mahdollisuutta: elementtirakenteiset tai paikallavalettavat. Ei-kantavan betoniseinän paksuus on VS5 ja VS6 mukaisesti 80mm. Elementtirakenteisen ei-kantavan väliseinärakenteen rakennusosakustannukset ovat elementin osalta 69,64€/m², paikallavalurakenteen osalta 68,98€/m². Rakenteen tasoittamisen ja maalaamisen kustannukset katsotaan olevan samat kuin 180mm paksulla kantavalla betoniseinällä 23,50€. Tällöin elementtiväliseinän rakennusosakustannukseksi muodostuu 93,14/m² ja paikallavalettavan väliseinän rakennusosakustannukseksi 92,48€/m². Elementtiseinän työmenekki on 0,23tth/m² ja paikalla valettavan seinän 0,91tth/m². Tasoite- ja maalaustöiden työmenekki on sama kuin kantavalla betoniseinällä 0,3tth/m².

Nostojen ja sääsuojausten vaatimukset ovat samat kuin kantavilla elementti- ja paikallavaluseinillä. Taloteknisten järjestelmien varaukset ja asentaminen käy kantavien seinien mukaisella tavalla.

10.8.4 Ei-kantava muurattava väliseinä

Ei-kantava VS7 mukainen 85mm paksun kalkkiahiekkaharkkopontin rakennusosakustannukset ovat kokonaisuudessaan 58,88€/m² josta tasoitus- ja maalaustöiden osuus materiaaleineen on 15,38€/m². Työmenekiltään rakenneratkaisu on 1,21tth/m² josta maalaus- ja tasoitettöiden osuus 0,4tth/m².

Talotekniikan, nostojen ja sääsuojausten vaatimukset ovat samat kuin kantavilla muurattavilla rakenteilla.

10.8.5 Kipsilevypintaisten rankarunkoiset ei-kantavat väliseinärakenteet

Tyyppirakenteet VS8 ja VS9 ovat kipsilevypintaisia ei-kantavia huoneistojen sisäisiä väliseiniä. VS8-rakenteessa runkona toimii puurunko ja VS9-rakenteessa runkona toimii metalliranka. Kummankin seinän runkotolppien väliin asennetaan ääneneristyksen parantamiseksi mineraalivilla.

VS8-rakenteen rakennusosakustannukset ovat 55,96€/m² ja työmenekki 0,93tth/m². VS9-rakenteen rakennusosakustannukset ovat 54,37€/m² ja työmenekki 0,95tth/m². Kummankin rakenteen tasoite- ja maalauskustannukset materiaaleineen ja töineen on 12,68€/m². Maalaus- ja tasoitettöiden työmenekki sekä VS8 että VS9 rakenteelle on 0,34tth/m².

Sääsuojausten osalta kevyet rankarakenteiset väliseinät tarvitsevat nostoaukon. Talotekniikan asennukset tapahtuu vakioituja ratkaisuja käyttäen.

10.9 Väliseinärakenteiden vertailun tulokset

Vertailtavista kantavista väliseinäratkaisuista rakennusosakustannuksiltaan kallein on VS4 mukainen siporex-seinä 161,66€/m². Menetelmän työmenekki 2,35tth/m² on lähes nelinkertainen elementtiseinärakenteisiin verrattuna ja muihin menetelmiin verrattuna kaksinkertainen. Kantavista seinistä edullisin 72,39€/m² on desipeliponttiharkoilla muurattu 240mm paksu seinä. Menetelmän työmenekki on 1,24tth/m².

Ei-kantavista seinistä rakennusosakustannuksiltaan edullisin on teräsrankarunkoinen VS9 kevyt väliseinä 67,05€/m². Kallein ei-kantava väliseinärakenne on rakennusosakustannuksiltaan VS6, 80mm paksu teräsbetonielementti.

Elementtirakenteisten väliseinien VS2 ja VS6 vaaditaan sääsuojaukselta erittäin hyvää muunneltavuutta. Nosturikustannukset ovat suurimmat edellä mainituilla väliseinärakenteilla. Korkean esivalmistusasteen johdosta työmenekki on korkea mikä mahdollistaa tuotantoajan lyhentämisen.

10.10 valinnat

Tuotantomenetelmän valinnan voidaan sanoa oleva hyvin kompleksinen. Toimivan sääsuojauksen yhdistäminen tarvittaviin nostotöihin on pelkästään hyvin haastavaa. Valitut rakenteet ja tuotantomenetelmät tarkentuvat tarkemman rakenne- ja arkkitehtisuunnittelun myötä.

Yläpohjarakenteen suunnittelua tullaan jatkamaan palomääräysten johdosta puurakenteiden koituessa kelvottomiksi paikallavalurakenteilla. Mahdollisesti vanhoista rakenteista johtuvista painorajoituksista voidaan siporex-rakenteilla ajatella tuomaan yläpohjarakenteisiin keveyttä. Sisäkaton muoto tulee olemaan vino. Välipohjarakenteen suunnittelua tullaan jatkamaan niin ikään paikallavaluholvina. Sekä ylä- että välipohjan paikallavaluun johtavia syitä ovat ennen kaikkea sekä elementtirakenteiden nostotöiden että sääsuojauksen katkeamattomuuden samanaikaisesti onnistumisen mahdottomuus. Paikallavalua puoltaa myös käytettävä kalusto ja erityisosaaminen.

Kantavien ja osastoivien seinien suunnittelua tullaan jatkamaan sekä betonielementti- että paikallavalurakenteilla. Seinäelementtien nosto- ja sääsuojauksen samanaikaisen onnistumisen riskit koetaan alhaisemmiksi kuin laajempaa aluetta samanaikaisesti koskevien väli- ja yläpohjien. Mitä todennäköisimmin seinärakenteita ei kyetä kaikkialle asentamaan elementtirakenteisina, joten tästä johtuen tulee valmistautua myös paikallavaluun.

Kevyet väliseinät tullaan toteuttamaan joko puu- tai peltirankaisina kipsislevypintaisina. Menetelmien välillä ei ole käytännössä eroa. Kosteiden tilojen seinät tullaan muuramaan kalkkiehkekaponttiharkoista johtuen kivimateriaalin kosteuden kestävyydestä.

Valitut menetelmät eivät ole linjassa halvimman rakennusosakustannuksen kanssa. Muun muassa yläpohjarakenteissa paikallavalu laskettiin kalleimmaksi menetelmäksi. Välipohjarakenteissa paikallavalu todettiin vertailtavista menetelmistä kustannuksiltaan keskikastiin. Yksittäistä rakennusosakustannusta merkittävämmäksi tekijäksi koetaan sääsuojauksen ja nostotöiden yhteensovittamisen hankaluus. Käytännössä yhden rakennusosan tuotantomenetelmäksi valittaessa paikallavalumenetelmä tulee samalla menetelmällä toteuttaa muitakin rakenteita.

11 YHTEENVETO

Tässä diplomityössä käsiteltiin asuinkerrostalon korottamista esimerkkirakennusta hyväksikäyttäen. Pyrkimyksenä työssä oli saada materiaalia ja pohjatietoa rakennusliikelle esimerkkikohteen suunnittelun ohjaukseen ja edelleen tuotannon suunnitteluun.

Työssä esiteltiin aluksi lisä- ja täydennysrakentamisen teoriaa, esiteltiin esimerkkikohte sekä kaavoitustilanteeltaan että rakenteellisesti. Lisäksi työssä esitellään esimerkkikohteen aikakauden tyypillisiä rakenteellisia ja talotekniikan ratkaisuja. Työssä esitellään vaadittavat määräykset mitä hankkeen vertailtavien rakenneratkaisujen tulee täyttää. Yhdessä kappaleessa perehdytään kerrostalon korottamisen erityispiirteisiin. Rakennushankkeen suunnittelun ohjauksen ja tuotannon suunnittelun teoriaa käsiteltiin tätä työtä tarvittavalta laajuudelta.

Työssä perehdyttiin esimerkkikohteessa mahdollisiin rakenneratkaisuihin. Esiteltyjen rakenneratkaisujen pohjalta suunniteltiin erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja joille laadittiin rakennusosakustannukset. Rakennusosakustannuksiin pyrittiin lisäämään jokaiselle menetelmälle muodostuvat yleis- ja yhteiskustannukset. Yleis- ja yhteiskustannuksiin on huomioitu sääsuojauksen, telinetöiden ja nostotöiden vaikutus. Voidaan todeta esimerkkikohteen kaltaisessa rakennusprojektissa käsiteltyjen, sääsuojaus, teline- ja nostotöiden, kustannusten laskeminen eri tuotantomenetelmille ja rakenneratkaisuille olevan erittäin haastava tehtävä.

Rakennusosakustannusten, yleis- ja yhteiskustannusten sekä työmaan tuotannon toteuttavuuteen perustuen päädyttiin kokonaisedullisimpaan rakenneratkaisuun. Esimerkkikohteen kaltaisen korkean, yli kahdeksan kerrosta, mukaisessa rakennuksessa rakennetekniset määräykset erityisesti paloturvallisuuden osalta ajaa betonirakenteiden käyttöön. Esimerkkikohteen ehdottoman jatkuvan sääsuojauksen ja nostotöiden samanaikaisen onnistumisen johdosta rakenneratkaisuksi valittiin paikallavalurakenne väli- ja yläpohjaan. Siporex-rakenteet pidetään mahdollisuutena mahdollisesti vanhoista rakenteista muodostuvien painorajoitusten vuoksi. Kantaviksi ja osastoiviksi rakenteiksi valittiin sekä betonielementti- että paikallavalun. Kevyet huoneistojen sisäiset seinät tullaan toteuttamaan joko puu- tai metallirankaisina kipsilevypintaisina seininä. Kosteiden tilojen seinät tullaan muuraama kivrakenteisiksi. Käytännössä tuotannon tarkemmassa suunnittelussa tullaan rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin kanssa yhteistyössä valitsemaan menetelmien käyttömahdollisuus esimerkkikohteen eri rakenteissa.

LÄHTEET

- [1] Ullakkorakentamisselvitys Tampereen keskusta-alueella, Loppuraportti 18.9.2013 Tampereen kaupunki, Arkkitehtistudio M&Y.
- [2] Green paper on the urban environment, Comission of the European communities 27 June 1990.
- [3] S. Lukkarinen, A. kärki, A. Saari, J-M Junnonen, Lisärakentaminen osana korjausrakentamishanketta, Ympäristöministerin raportteja 27/2011, Helsinki 2011, 47 s.
- [4] Tampereen keskustan strateginen osayleiskaava, osallistumis- ja arviointisuunnitelma, Tampere 2014, 12 s.
- [5] V. Nykänen, P. Lahti, A. Knuuti, E. Hasu, A. Staffans, A. Kurvinen, O. Niemi, J. Virta, Asuntoyhtiöiden uudistava korjaustoiminta ja lisärakentaminen. Espoo 2013. VTT Technology 97. 162 s. + liitt. 3 s.
- [6] M. Kallio, Lisärakentamisen merkitys alueellisen perusparannuksen rahoituksessa, LISME, Asuntohallitus: tutkimus- ja suunnitteluosasto: asuntotutkimuksia 3:1992. 50 s. ISBN 951-47-6283-5, 46 s.
- [7] P. Juurakko, Lisärakentamisen merkitys Tampereen keskustan kiinteistöjen kunnossa-pitoon ja arvoon. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö, 2008, 90 s. + liitt. 5 s.
- [8] V-70-1, 2 ja 10 (Amuri), Satakunnankatu 33, Hämeenpuisto 16, Mustalahdenkatu 19 ja 21, Korttelin täydennys- ja ullakkorakentaminen, kaava nro 8432, Tampereen kaupunki saatavilla
http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8432/luonnos/8432_luonnos_selostus_131219.pdf, luettu 25.7.2014
- [9] H. Tomminen, Ullakkotilat, Rakennuskirja Oy, Helsinki 1990, 176 s.
- [10] P. Neuvonen, E. Mäkiö, M. Malinen, Kerrostalot 1940 – 1960, rakennuskirja Oy, Helsinki 2002, 192 s.
- [11] P. Neuvonen, E. Mäkiö, M. Malinen, Kerrostalot 1880 – 2000, rakennuskirja Oy, Helsinki 2006, 288 s

- [12] L. Jääskeläinen, M. uusitalo, Kuinka innovatiivista voi ullakkorakentaminen olla?, RY Rakennetty ympäristö, No 2/2009, <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/5iqjAlpMK.htm>, Luettu 28.7.2014
- [13] Ullakkorakentaminen, rakentamistapaohje, Helsingin rakennusvalvontavirasto, 9 s. Luettu 28.7.2014, saatavilla: <http://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Ullakkorakentaminen.pdf>
- [14] A-L. Hyry / Tampereen kaupunki, Amuriin suunnitellaan ullakkorakentamista, 2014, <http://www.tampere.fi/asuminenjarakentaminen/ajankohtaista/6O2gXH5pE.html> luettu 28.7.2014
- [15] <http://www.uuttahelsinki.fi/fi/taydennysrakentaminen> luettu 28.7.2014
- [16] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2 Määräykset ja ohjeet. Helsingin 2002
- [17] E. Mäkiö, Kerrostalot 1960 – 1975, Rakennuskirja Oy, Helsinki 288 s. 1960–1975
- [18] Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, Täydennysrakentaminen olemassa olevissa rakennuksissa Ullakkorakentaminen —raportti, Helsinki 2013, 21 s.
- [19] Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen Tampereella, EHYT, Tampereen kaupunki, Tampere 2011, 162 s.
- [20] A. Hyypä, Rakentamistapaohje asemakaava nro 8432 V (AMURI), Tampereen kaupunki, Tampere 2013, 8 s.
- [21] Arkkitehtitoimisto Kaihari & Kaihari Ky, As Oy Hämeenpuisto 16 Rakennusse-litys, Tampere 2014, 22 s.
- [22] J. Jantunen, Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, Ympäristöministeriö, verkkoaineisto, saatavissa (viitattu 1.8.2014) http://www.ym.fi/fifi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma
- [23] Pöyry Oy, Amurin Satahovi-Korttelin meluselvitys ID 733 400, kaava nro 8432, Tampere 2013, 3 s. + liit 3 s.

- [24] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa C1 määräykset ja ohjeet, Helsinki 1998
- [25] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, Rakennusten paloturvallisuus E1 määräykset ja ohjeet, Helsinki 2011
- [26] Puuinfo, Puukerrostalo palomääräykset 2011, verkkoaineisto saatavissa (luettu 4.8.2015)
<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/rakentamismaaraykset/puukerrostalopalomaaaraykset-2011>
- [27] M. Kylliäinen, A. Keronen, Lisärakentamisen rakennetekniset mahdollisuudet lähiöiden asuinkerrostaloissa, Tampereen teknillisen korkeakoulun julkaisu 97, Tampere 1999, 59 s.
- [28] J. Mattila, T. Peuhkurinen, Lähiökerrostalon lisärakentamishankkeen tekninen esiselvitysmenettely –korjaus ja lvis-tekninen osuus, Tampereen teknillinen korkeakoulu julkaisu 98, Tampere 1999, 48 s.
- [29] EN1991-1-1: Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuorma,
- [30] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto, Asuntosuunnittelu G1 määräykset ja ohjeet, Helsinki 2005
- [31] H. Koski, Rakennushankkeen tuotannon suunnittelu- ja ohjaus, Rakennustieto Oy, Tampere 1995, 113 s.
- [32] Rakennuttamisen tehtäväluettelo, RT-kortisto 10-10575, ohjetiedosto 1995
- [33] T.Tolonen, TTY luennot kevät 2010 Suunnittelun ohjaus rakennushankkeessa.
- [34] E. Enkovaara, H. Haveri, P. Jeskanen, Rakennushankkeen kustannuslaskenta. Rakennustieto Oy, Helsinki 1994, 227 s.
- [35] Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, INSKO, Rakennusurakan valmistelu, Helsinki 1986
- [36] A. Airas, Talonrakennustuotannon ja rakennesuunnittelun yhteistyö, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Diplomityö, Tampere 1986, 138 s.

- [37] J-A. Kaivonen, Rakennusten korjaustekniikka ja talous, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Helsinki 1994, 531 s.
- [38] J.Seppälä, Lemminkäisellä patentti: uusi menetelmä kerrostalojen korottamiseen, Tekniikka ja talous, verkkoaineisto, saatavissa (luettu 29.8.2014) <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/lemminkaiselle+patentti+uusi+menetelm+a+kerrostalojen+korottamiseen/a584150>
- [39] verkkoaineisto saatavissa (viitattu 2.10.2015) <http://www.neapo.com/fi/www/>
- [40] Hämeen ammattikorkeakoulu, Teräsrakentaminen, Hämeenlinna 2008, 239 s.
- [41] J. Tolppanen, M. Karjalainen, T. Lahtela, M. Viljakainen, Suomalainen puukerrostalo - Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen, Opetushallitus, Helsinki 2013, 194 s.
- [42] J. Pynnönen, Tutkimus Runkovertailu, rungon rakenteita ja rakennustyön toteutus, Tampereen teknillinen korkeakoulu Rakennustekniikan osasto Talonrakennustekniikka Raportti 43, Tampere 1990, 175 s.
- [43] A. Ahonen, Asukasystävällinen korjausmenetelmä, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere 1986, 114 s. + liit 41 s.
- [44] BY203 betonirakenteiden perusteiden oppikirja, Betoniyhdistys / Suomen rakennusmedia, Helsinki 1995, 273 s.
- [45] Kestävä kivitalo, Suomen betonitieto Oy, Helsinki 2006, 182 s.
- [46] Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, Rakennusten lämmöneristys C3 määräykset ja ohjeet, Helsinki 2010
- [47] Nosto- ja siirtokalusto suunnitteluohje, Kone RATU 04-3009,
- [48] J. Huura, S. Ratilainen, Kantavuustarkastelu AsOy Hämeenpuisto 16, Huura Oy
- [49] J. Mäkinen, AsOy Hämeenpuisto 16 Lausunto kantavuustarkastelu, Taratest
- [50] MetsäWood kattoelementti, verkkoaineisto saatavissa, (luettu 10.10.2015), <http://www.metsawood.com/fi/kayttokohteet/rakentaminen/elementit/metsawood--kattoelementti#.VD4vWBVYduY>

- [51] Betoniyhdistys äänitekniset kortit, verkkoaineisto, luettu 20.10.2015
- [52] verkkoaineisto, saatavissa, (luettu 20.10.2015) www.hplush.fi
- [53] Mittaviiva Oy, ROK rakennusosien kustannuksia 2014, Rakennustieto Oy, Tampere 2014, 232 s. + liit 27 s.
- [54] 4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä, Helsinki 2013.
- [55] Tampereen kaupunki, katumaksutaksat, verkkoaineisto saatavilla (luettu 1.3.2015),
<http://www.tampere.fi/liikennejakadut/katutilavalvonta/katuluvat.html>
- [56] M. Kontio, rakennepiirustus piir.20, rakennusinsinööritoimisto Kontio ja Anttila, Tampere 1963
- [57] Paikallavaletut betonirunkorakenteet, RT 82-10814, ohjetiedosto 2004
- [58] Betonielementtirunkorakenteet, RT 82-10821, ohjetiedosto 2004
- [59] Suojauskalusto, Kone Ratu 07-3022, 1992

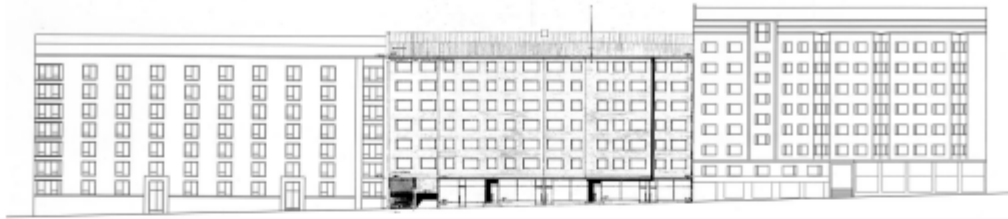
LIITTEET

LIITE 1: Esimerkkikorttelin asemakaavasta havainnepiirros. Esimerkkikohteena tässä työssä toimii korttelin tontilla 70 – 2 olevat kiinteistöt.



LIITE 2: Esimerkkikohteen Asunto-osakeyhtiö Hämeenpuisto 16:sta katujulkisivut ennen ja jälkeen korotuksen.

Hämeenpuiston puoleinen korotus



Alkuperäiset julkisivut



VE1: Sisäänveto nykyisen räystäslinjan yllä



VE2: Sisäänveto suunnilleen Puisto-Emmauksen räystäslinjan yllä

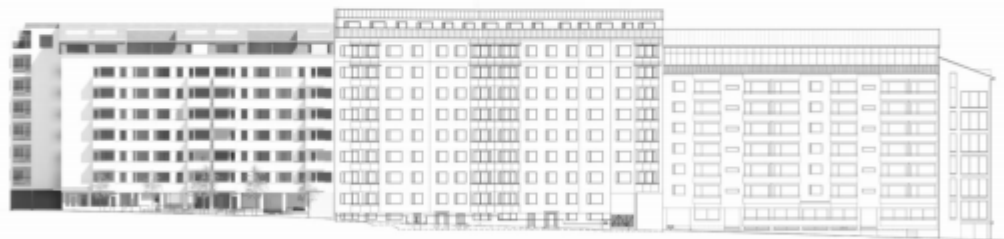
Mustanlahdenkadun puoleinen korotus



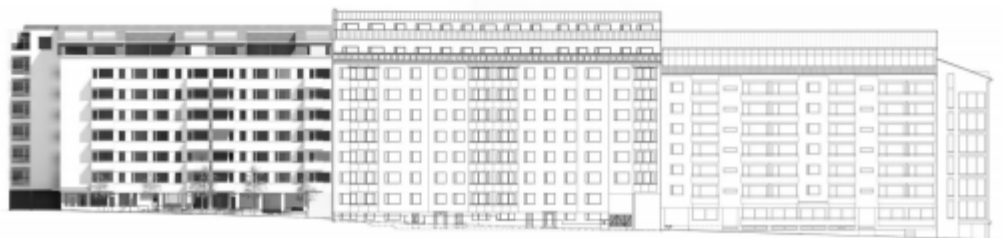
Alkuperäiset julkisivut



VE1: Täydet 10 kerrosta (Hämeenpuisto 16)

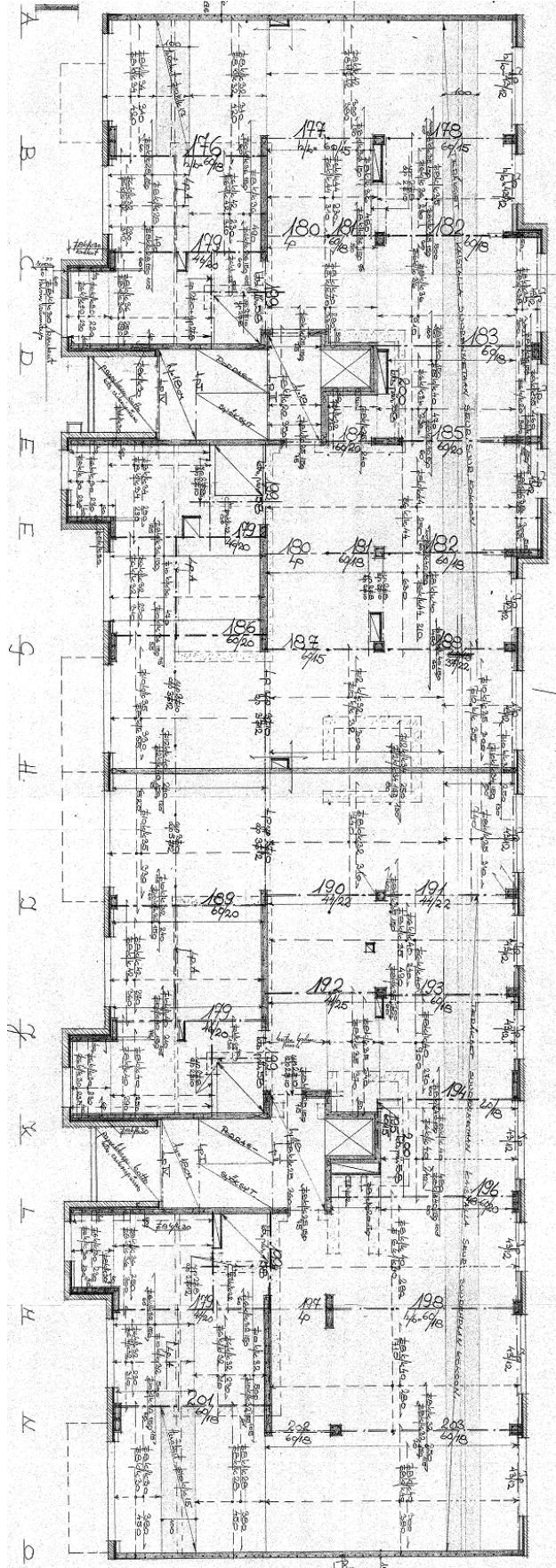


VE2: Ylimmän kerroksen sisäänveto (Hämeenpuisto 16)



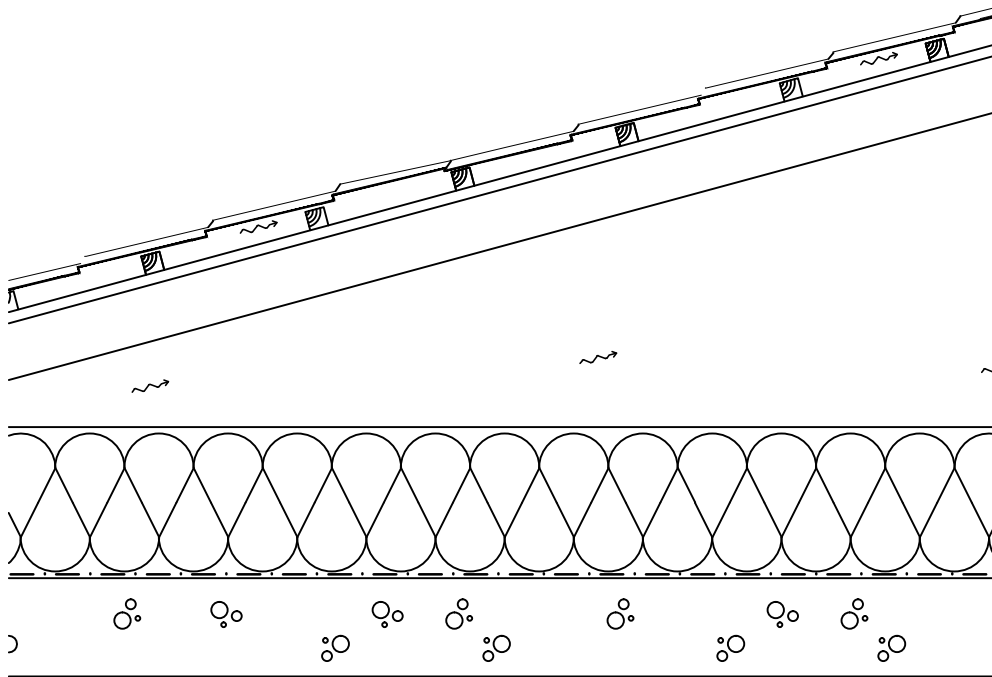
VE3: Kahden ylimmän kerroksen sisäänveto (Hämeenpuisto 16)

LIITE 3: Esimerkkikohteen A-talon vanhan yläpohjan rakenteet. [56]



Tyyppi		Yläpohja		
Sisältö	MASSIIVIBETONILAATTA		Tekijä	Nro: YP1.1
			Päiväys	

1:50



RAKENNEKERROKSET

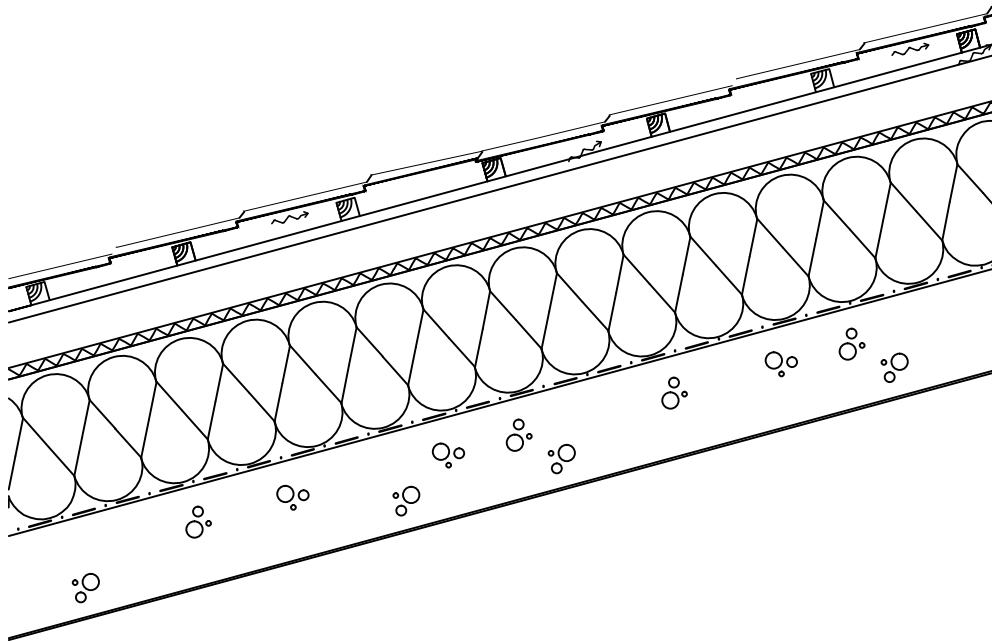
- Vesikate muotlevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- Lämmöneriste puhalettuna C4 mukaan
- Höyrynsulku
- Kantava paikallavelettu betonirakenne
- Tasoite ja pinnnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 8,5kN/m² laattapaksuus 260mm (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi		Yläpohja		
Sisältö	MASSIIVIBETONILAATTA		Tekijä	Nro: YP1.2
			Päiväys	

1: 20



RAKENNEKERROKSET

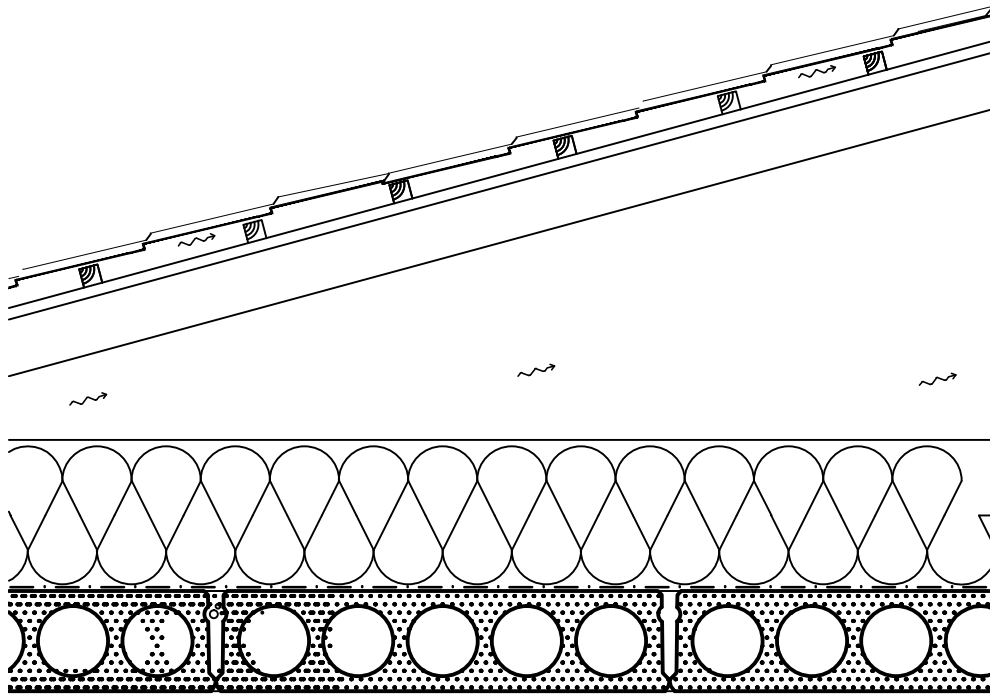
- Vesikate muotolevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojalevy
- Lämmöneriste C4 mukaan
- Höyrynsulku
- Kantava paikallavelettu betonirakenne
- Tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 8,5kN/m² laattapaksuus 260mm (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi	Yläpohja		
Sisältö	ONTELOLAATTA	Tekijä	Nro: YP2.1
		Päiväys	

1:20



RAKENNEKERROKSET

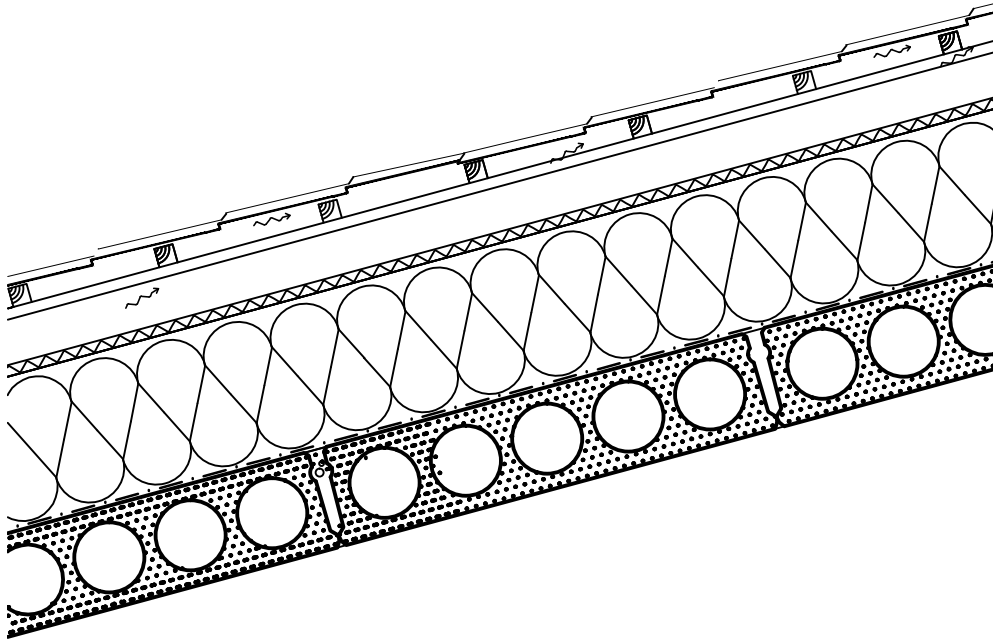
- Vesikat muotolevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojalevy
- Lämmöneriste puhallettuna C4 mukaan
- Höyrynsulku
- Kantava ontelolaattarakenne O20
- Tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 4,6kN/m² ontelolaattapaksuus O20 (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi	Yläpohja		
Sisältö	ONTELOLAATTA	Tekijä	Nro: YP2.2
		Päiväys	

1:20



RAKENNEKERROKSET

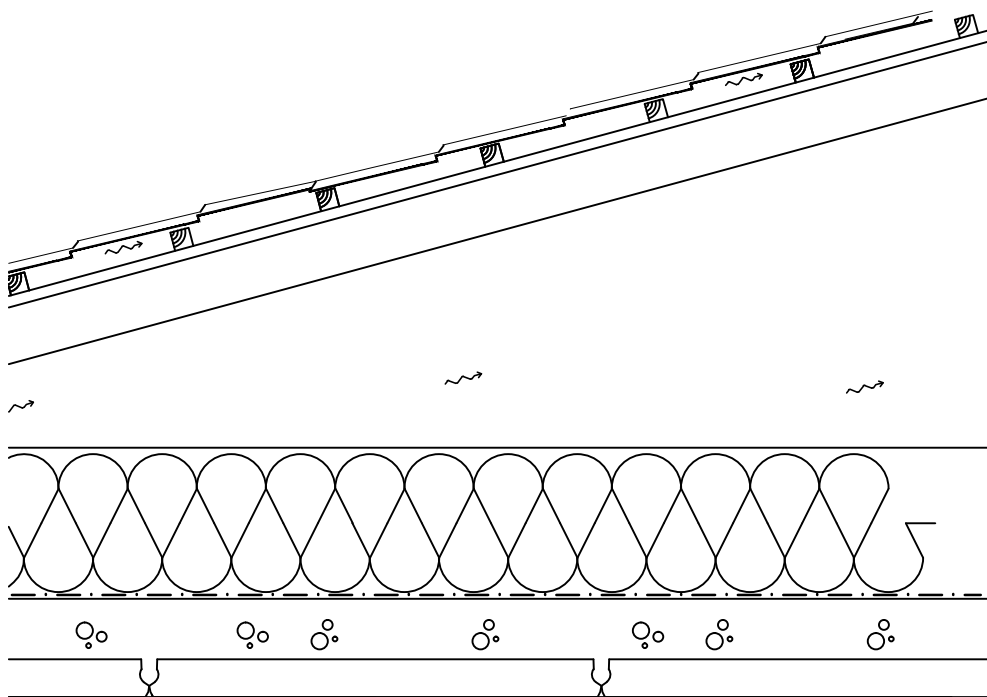
- Vesikat muotoevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojoalevy
- Lämmöneriste puhallettuna C4 mukaan
- Höyrynsulku
- Kantava ontelolaattarakenne O20
- tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 4,6kN/m² ontelolaattapaksuus O20 (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi		Yläpohja		
Sisältö	KUORILAATTA	Tekijä		Nro: YP3.1
		Päiväys		

1:20



RAKENNEKERROKSET

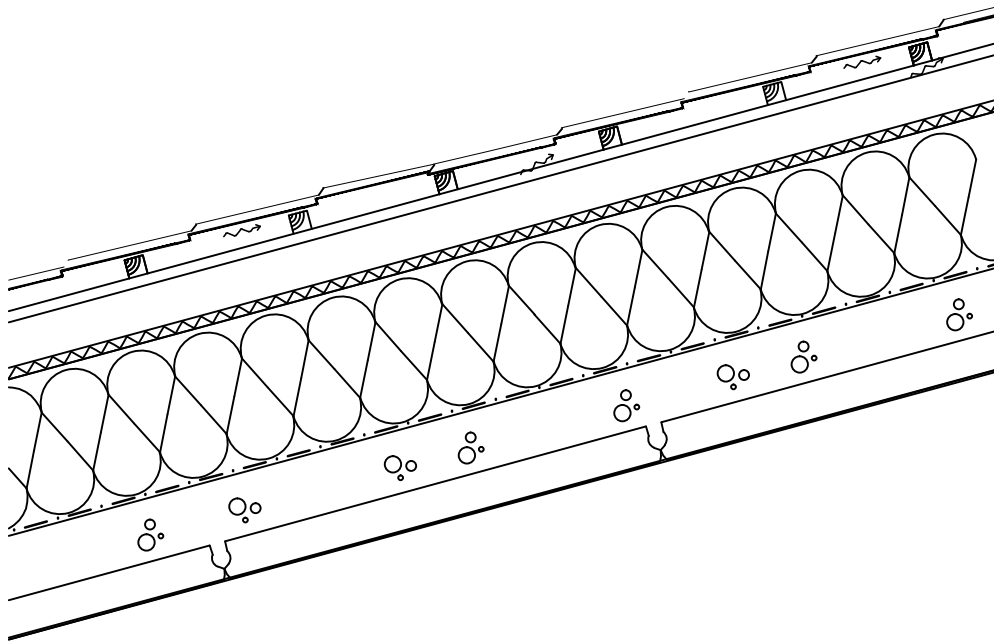
- Vesikate muotolevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojalevy
- Lämmöneriste puhallettuna C4 mukaan
- Höyrynsulku
- teräsbetonilaatta rakennesuunnitelma mukaisesti
- Kuorilaatta 100mm REI 120 tyyppihyväksytty
- tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 8,8kN/m² KL100mm paikallavalu 170mm (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi		Yläpohja		
Sisältö	KUORILAATTA		Tekijä	Nro: YP3.2
			Päiväys	

1:20



RAKENNEKERROKSET

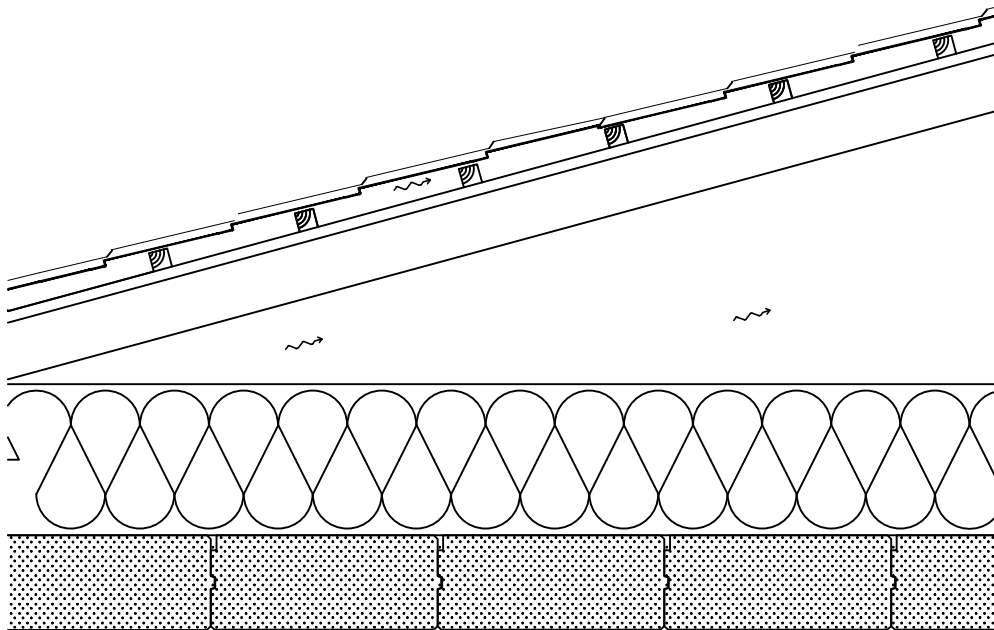
- Vesikate muotolevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojalevy
- Lämmöneriste C4 mukaan
- Höyrynsulku
- teräsbetoni-laatta rakennesuunnitelma mukaisesti
- Kuorilaatta 100mm REI 120 tyyppihyväksytty
- Tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 8,8kN/m² KL100mm paikallavalu 170mm (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi	Yläpohja		
Sisältö	KARKAISTU KEVYTBETONI	Tekijä	Nro: YP4.1
		Päiväys	

1:20



RAKENNEKERROKSET

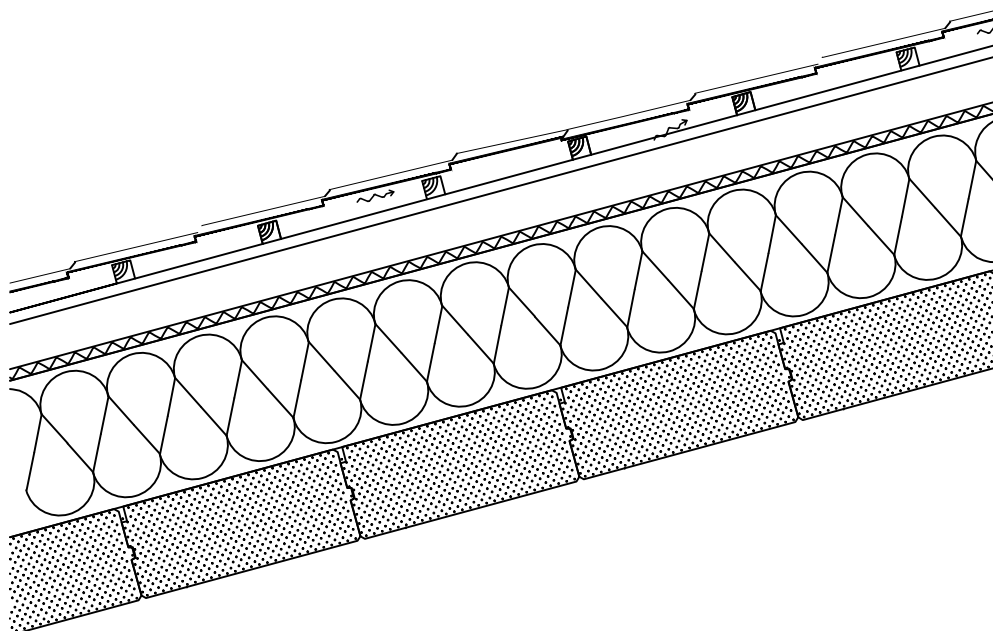
- Vesikate muotolevey
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojalevy
- Lämmöneriste puhallettuna C4 mukaan
- karkaistu kevytbetoni Siporex-yläpohjaelementti 250mm, 425kg/m³
- sisäpinta taoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 3,1kN/m² (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi	Yläpohja		
Sisältö	KARKAISTU KEVYTBETONI	Tekijä	Nro: YP4.2
		Päiväys	

1:20



RAKENNEKERROKSET

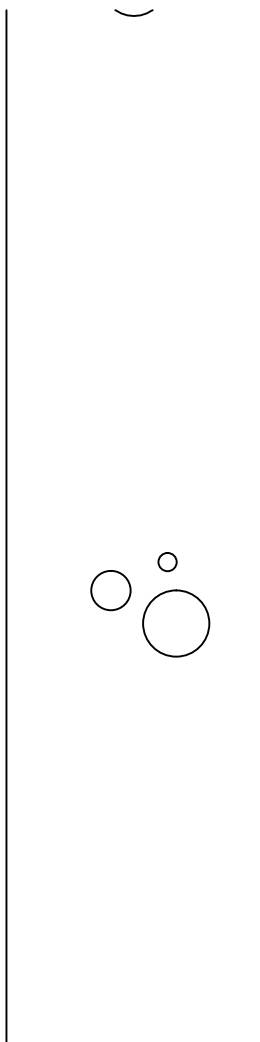
- Vesikate muotolevy
- Ruoteet 22x100 K400
- Tuuletusväli
- Korokerimat
- Aluskate
- Tuuletusväli
- Kattokannattajat rakennesuunitelman mukaisesti
- tuulennsuojalevy
- Lämmöneriste C4 mukaan
- karkaistu kevytbetoni Siporex–yläpohjaelementti 250mm
425 kg/m³
- sisäpinta tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka REI 120
- 3,1kN/m² (kattorakenteiden kuormaksi arvioitus 200kg/m²)

Tyyppi		Väliseinä		
Sisältö	BETONI, Paikallavalu / Elementti,		Tekijä	Nro: VS 1/2/5/6
			Päiväys	

1:5



RAKENNEKERROKSET

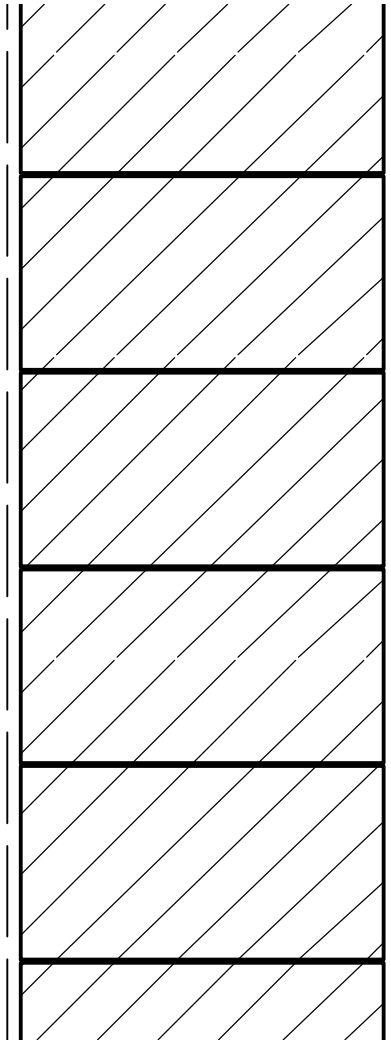
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti
- Betoni 180mm kantavana seinänä, 80mm huoneistojen sisäisenä väliseinänä
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka kantavana REI 120
ei-kantava EI 240
- Ilmaääneneristävyys R'_w 55dB
- 4,5kN/m² kantavana 180mm
- 2,0kN/m² ei-kantavana 80mm

Tyyppi		Väliseinä		
Sisältö	Kahi-tiili	Tekijä	Nro: VS 3	
		Päiväys		

1:5



RAKENNEKERROKSET

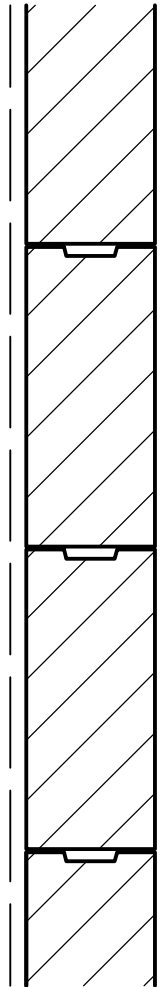
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti
- Kahi desipeliponttihakko 240mm
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka kantavana REI 240
ei-kantava EI 240
- Ilmaääneneristävyys $R'w$ 55dB
- 4.2kN/m²

Tyyppi		Väliseinä		
Sisältö	Kahi-tiili	Tekijä	Nro: VS 7	
		Päiväys		

1:5



RAKENNEKERROKSET

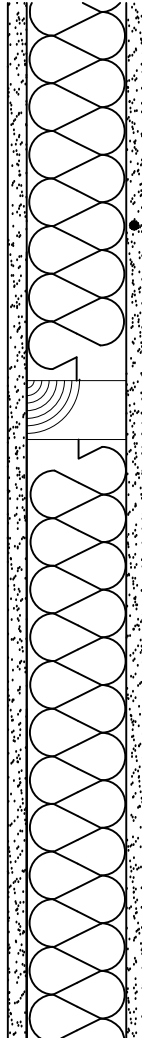
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti
- Kahi väliseinäpontti 85mm
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka ei-kantava EI 60
- 1,4kN/m²

Tyyppi		Väliseinä		
Sisältö	puurunko + kipsi	Tekijä	Nro: VS 8	
		Päiväys		

1:5



RAKENNEKERROKSET

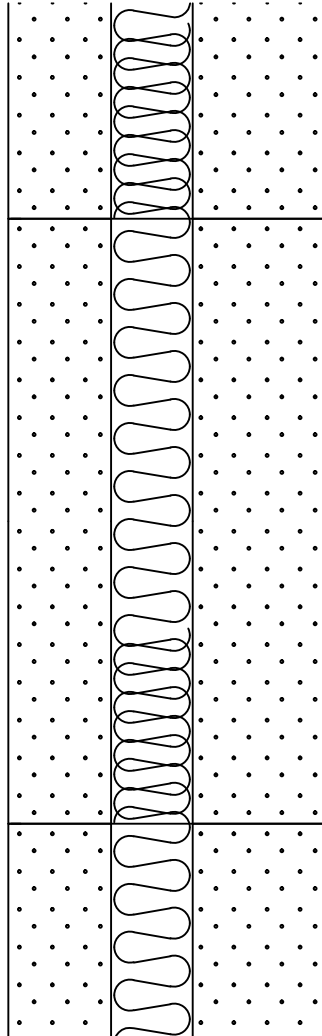
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti
- kipsilevy GN13mm
- puurunko 66x39mm kertoT + mineraalivilla
- kipsilevy GN13mm
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka ei-kantava EI 30
- 0,2kN/m²

Tyyppi		Väliseinä		
Sisältö	Karkaistu kevytbetoni		Tekijä	Nro: VS 4
			Päiväys	

1:5



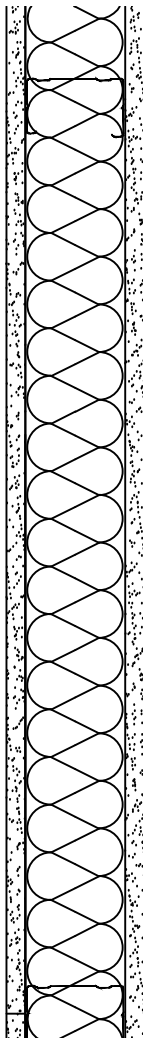
RAKENNEKERROKSET

- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti
- Siporex 150mm
- ilmaväli 54mm jossa mineraalivilla 50mm
- Siporex 150mm
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka kantavana REI 120
ei-kantava EI 240
- Ilmaääneneristävyys R'_w 55dB
- 0.90kN/m²

Tyyppi		Väliseinä		
Sisältö	metallirunko + kipsi		Tekijä	Nro: VS 9
			Päiväys	



RAKENNEKERROKSET

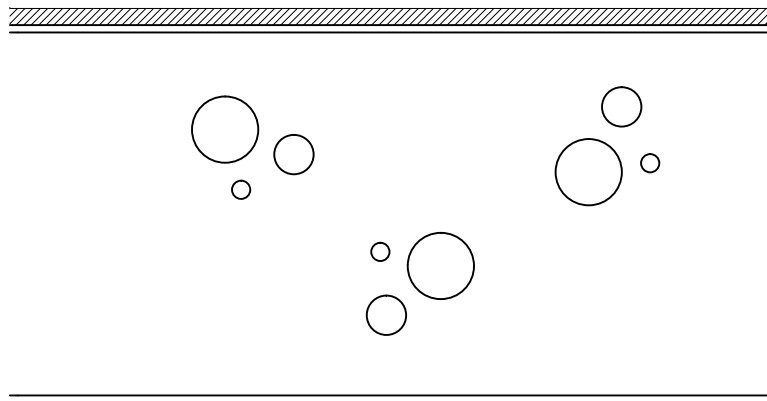
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti
- kipsilevy GN13mm
- metallrankarunko 66mm + mineraalivilla
- kipsilevy GN13mm
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Paloluokka ei-kantava EI 30
- 0,2kN/m²

Tyyppi		Välipohja			
Sisältö	PAIKALLA VALETTU TERÄSBETONI		Tekijä		Nro: VP1
			Päiväys		
PERIAATEDETALJI. .					

1:5



RAKENNEKERROKSET

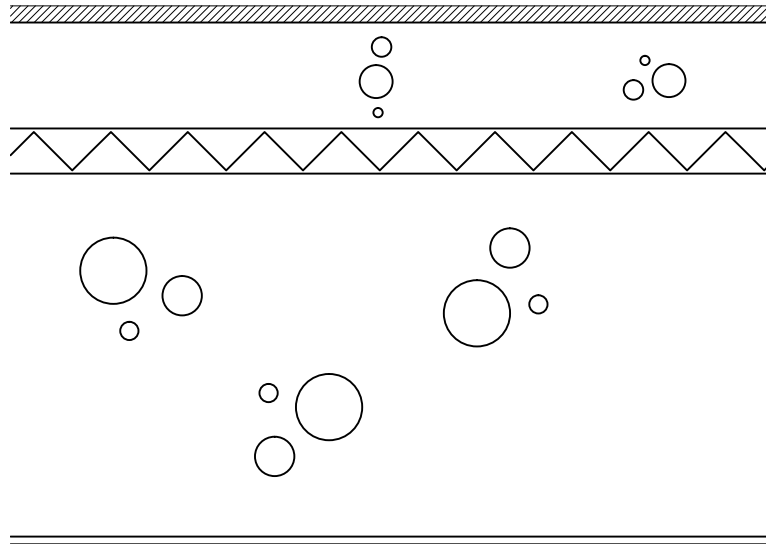
- Askeläänivaatimukset täyttävä lautaparketti ja alusmateriaali
- Teräbetonilaatta 240 – 300mm
- Kattopinta tasoite ja pinnoitus huoneselostuksen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 53dB edellyttää pintamateriaalina joustavaa lattianpäällystettä tai lautaparkettia jonka alla joustava kerros
- Ilmaääneneristävyys R'_w 55db
- Paloluokka REI 120
- 6,5kN/m² laattapaksuus 260mm

Tyyppi	Välipohja		
Sisältö	MASSIIVILAATTA KELLUVA LATTIA	Tekijä	Nro: VP2
		Päiväys	
PERIAATEDETALJI. .			

1:5



RAKENNEKERROKSET

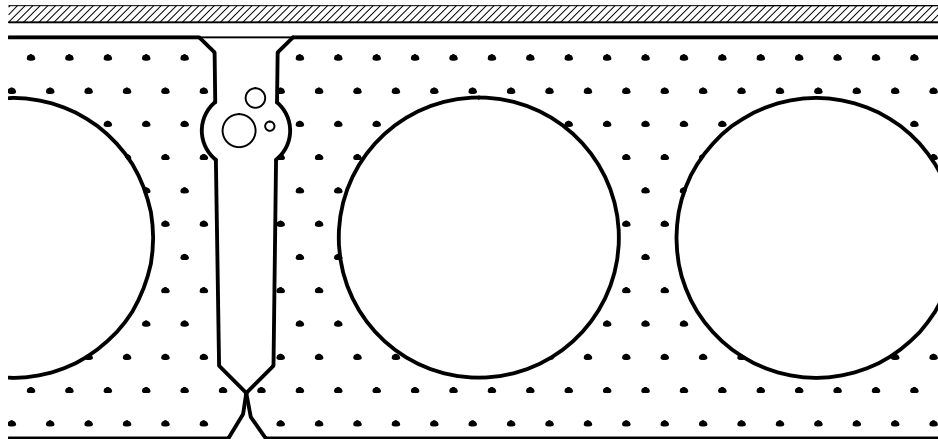
- Lattipinnoite aultaparketti
- Teräbetonilaatta paksumpi kuin 70mm
- Askeläänieriste 30mm
- Kanvava rakenne paikallavalettu massiivilaatta 240 – 300mm
- Kattopinta tasoite ja pinnoitus huoneselostuksen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 53dB edellyttää pintamateriaalina joustavaa lattianpäällystettä tai lautaparkettia jonka alla joustava kerros
- Ilmääneneristävyys R'_{w} 55db
- Paloluokka REI 120
- 8,3kN/m² laattapaksuus 70mm + 260mm

Tyyppi	Välipohja		
Sisältö	ONTELOLAATTA JOUSTAVA LATTIPINNOITE	Tekijä	Nro: VP3
		Päiväys	
PERIAATEDETALJI.			

1:5



RAKENNEKERROKSET

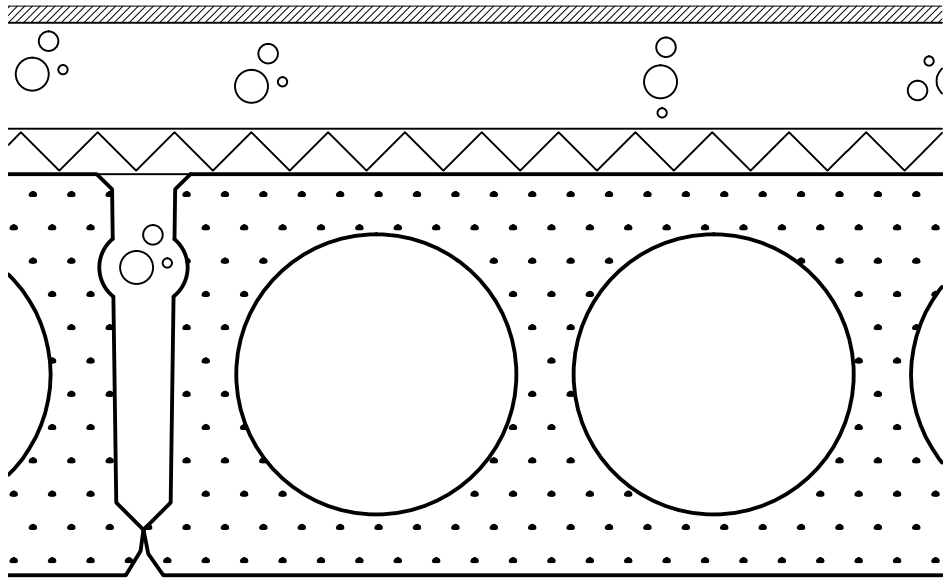
- Lautaprakertti + alusmateriaali
- Tasoite
- Kantava rakenne ontelolaatta O37
- Kattopinta tasoite ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 53dB
- Ilmaääneneristävyys R'_{w} 55db
- Paloluokka tyyppihyväksytty ontelolaatta REI 120
- 5,0kN/m² saumattuna O37

Tyyppi		Välipohja			
Sisältö	ONTELOLAATTA KELLUVA LATTIA		Tekijä		Nro: VP4
			Päiväys		
PERIAATEDETALJI.					

1:5



RAKENNEKERROKSET

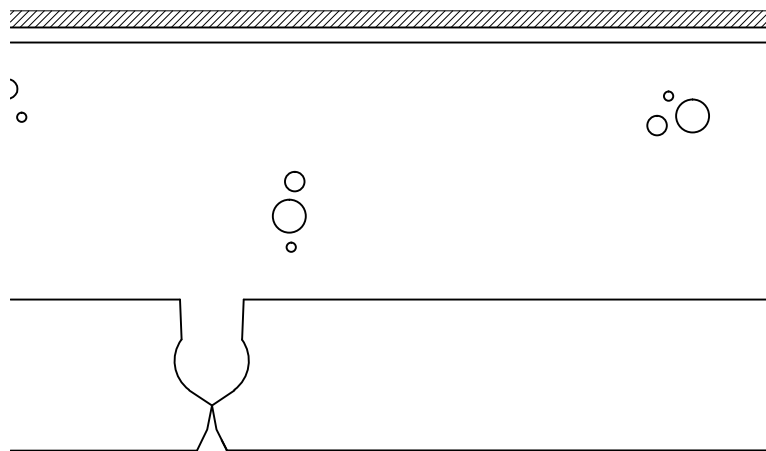
- Lattiapäällyste lautaparketti + alusmateriaali
- Tasoite
- Teräbetonilaatta paksumpi kuin 70mm
- Askeläänieriste 30mm
- Kantava rakenne ontelolaatta O27
- Kattopinta tasoite ja pintakäsittely huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 53dB
- Ilmaääneneristävyys R'_{w} 55db
- Paloluokka tyyppihyväksytty ontelolaatta REI 120
- 5,6kN/m² saumattuna (Ontelolaatalla O27)

Tyyppi	Välipohja		
Sisältö	KUORILAATTA	Tekijä	Nro: VP5
		Päiväys	
PERIAATEDETALJI.			

1:5



RAKENNEKERROKSET

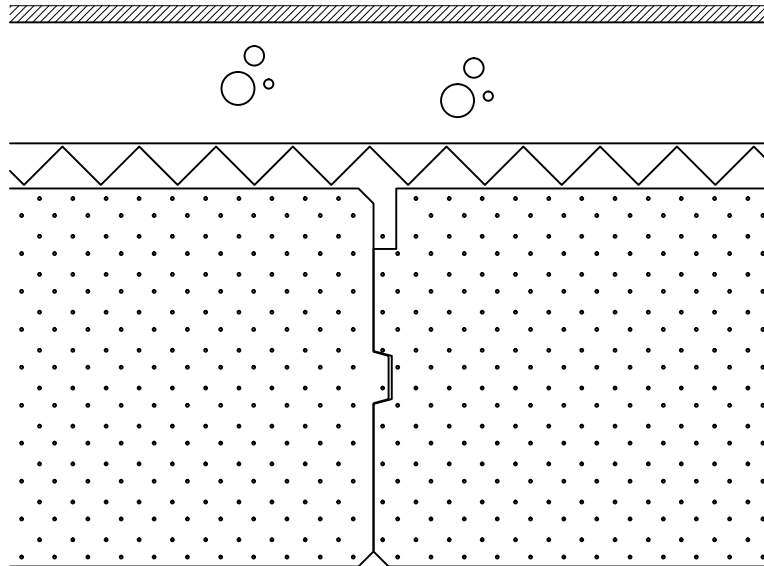
- lattiapinnoite lautaparketti + alusmateriaali
- Paikallavalettu tersäbetonilaatta 170mm
- Kuorilaatta KL100mm
- Kattopinta tasointu ja pinnoitus huoneselostuksen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 53dB edellyttää pintamateriaalina joustavaa lattianpäällystettä tai lautaparkettia jonka alla joustava kerros
- Ilmääneneristävyys R'_w 55db
- Paloluokka REI 120 tyyppihyväksytty kuorilaatta
- 6,8kN/m² laattapaksuus 170mm + KL100mm

<div>Tyyppi</div> <div>Välipohja</div>		
<div>Sisältö</div> <div>KARKAISTU KEVYTBETONI</div>	<div>Tekijä</div>	<div>Nro:</div> <div>VP6</div>
	<div>Päiväys</div>	
<div>PERIAATEDETALJI.</div>		

1:5



RAKENNEKERROKSET

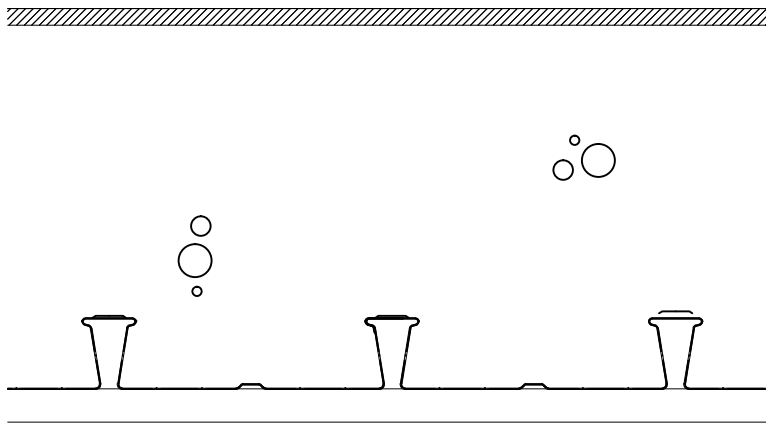
- lattiapinnoite lautaparketti + alusmateriaali
- Paikallavalettu tersäbetonilaatta 80mm
- Askeläänieriste 30mm dynaaminen jäykkyysvaatimus enintään 10MN/m³
- Karkaistu kevytbetonilaatta 250mm tiheys 525kg/m³
- Kattopinta tasoitus ja pinnoitus huoneselostuksen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso L'n,w 53dB
- Ilmaääneneristävyys R'w 55db
- Paloluokka REI 120
- 2,7kN/m² laattapaksuus 80mm + 250mm

Tyyppi		Välipohja		
Sisältö	LIITTOLEVY		Tekijä	Nro: VP7
			Päiväys	
PERIAATEDETALJI. .				

1:5



RAKENNEKERROKSET

- lattiapinnoite lautaparketti + alusmateriaali
- Paikallavalettu tersäbetonilaatta 240mm
- Liittolevy, kuumasinkitty
- Lautakoolaus 22x100 K400
- Kipsilevy 13mm
- Tasoitus ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

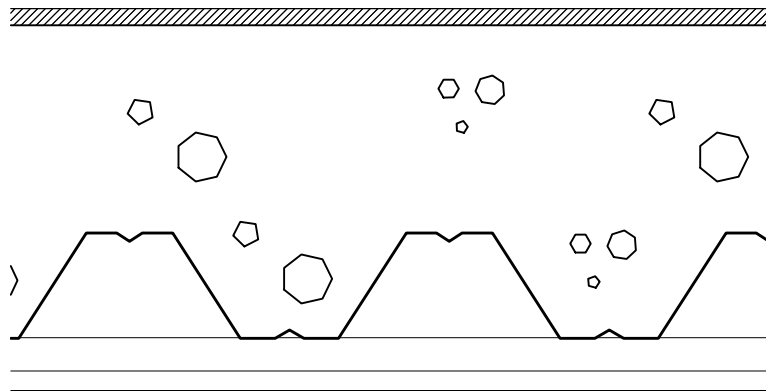
OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 56dB (160mm), 47dB (230mm)
- Ilmääneneristävyys R'_{w} 52–54db (160mm), 57–59dB (230mm)
- Paloluokka REI 120 (160mm) REI240 (230mm)
- 6.0kN/m² laattapaksuus 240mm

Lähde ominaisuuksille RT 82–10765

Tyyppi		Välipohja		
Sisältö	KANTAVA POIMULEVY		Tekijä	Nro: VP8
			Päiväys	
PERIAATEDETALJI. .				

1:5



RAKENNEKERROKSET

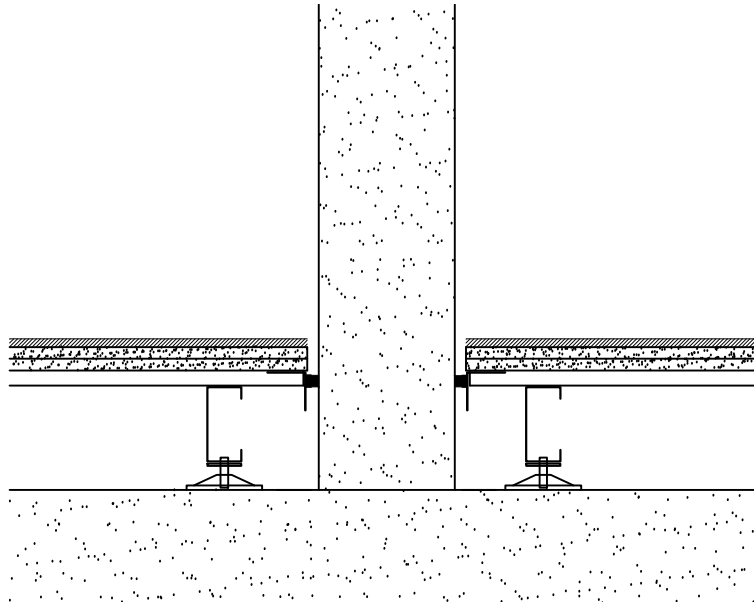
- lattiapinnoite lautaparketti + alusmateriaali
- Paikallavalettu tersäbetonilaatta 240mm
- Liittolevy, kuumasinkitty
- Lautakoolaus 22x100 K400
- Kipsilevy 13mm
- Tasoitus ja pinnoitus huoneselosteen mukaisesti

OMINAISUUDET

- Askeläänitaso $L'_{n,w}$ 53dB
- Ilmaääneneristävyys R'_w 55db
- Paloluokka REI 120
- 6.5kN/m² laattapaksuus 260mm

Tyyppi		liittyminen vanhaan yläpohjaan		
Sisältö	Gyproc Debel kerroslattia		Tekijä	Nro: VP 10
			Päiväys	

1:10



RAKENNEKERROKSET

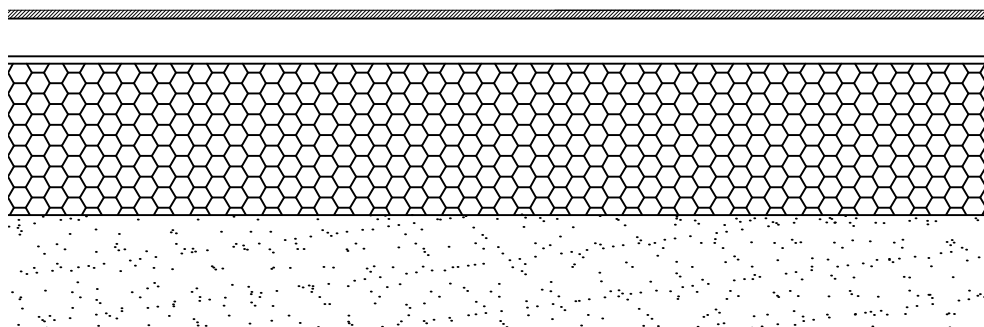
- Lattiamateriaali lautaparketti + alusmateriaali
- 2 x kipsilevy Gyproc GL15,5mm
- Hattuprofiili SKH 20 x 1,0 K300
- C-profiili KC 100 x 1,5mm K600
- Säättöjalat K1200
- Vanha yläpohjarakenne 150mm

OMINAISUUDET

- Paloluokka vanhan yläpohjarakenteen mukainen REI 120
- Ilmaääneneristävyys R'_{w} 55dB
- Askeläänieristävyys $L'_{n,w}$ 53dB
- Uudet rakenteet 0,4kN/m²

Tyyppi		liittyminen vanhaan yläpohjaan		
Sisältö	Kevytsora + kipsivalu		Tekijä	Nro: VP 11
			Päiväys	

1:10



RAKENNEKERROKSET

- Lattiamateriaali lautaparketti + alusmateriaali
- Kipsivalu 50mm
- Kipsilevy 13mm
- Kevytsora 200mm
- Vanha yläpohjarakenne teräsbetoni 150mm

OMINAISUUDET

- Paloluokka vanhan yläpohjarakenteen mukainen REI 120
- Ilmaääneneristävyys R'_{w} 55dB
- Askeläänieristävyys $L'_{n,w}$ 53dB
- Uudet rakenteet 1,6kN/m²